# Hobby Elektronica
# &
# Actueel IC-handboek

## Naslagwerk over theorie en praktijk van de elektronica

**eindredactie**

**Jos Verstraten**

**aanvulling**
**115**

**www.hobbyelektronica.nu**

Vego VOF

**Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf**

**CIP-GEGEVENS**

Verstraten, Jos

Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek

Groot praktijkboek voor de elektronicus met bouwhandleidingen, theoretische artikelen, componentengegevens en adressenlijsten

Losbladig, geïllustreerd
Trefwoord: elektronica

**Uitgave**
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf . . . . . . . . . . http://www.vego.nl

**Contact**
E-mail . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . vego_vof@compuserve.com
Telefoon: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 045-533.22.00
Fax: . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 045-533.22.02

**Elektronische pagina-opmaak**
Vego VOF, Landgraaf . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . http://www.vego.nl

**POD-productie**
CPF Landgraaf . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . http://www.cpf-landgraaf.nl

**Rindband ontwerp**
Design Studio Sensation, Haarlem . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . http://www.ds-sensation.nl

**ISBN**
90-805610-4-5

**NUR**
468

**SISO**
663.1

**DISCLAIMER**
Samensteller en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Voor eventueel in deze uitgave voorkomende onjuistheden kunnen zij echter geen aansprakelijkheid aanvaarden.

# 3/1

# Inhoud
# Principes

## Inhoud



[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

# 3/8.9

# Software voor de ontwerper

## Inhoud

**8.9 Software voor de ontwerper**

# 3/8.9.12

# Schema's tekenen met Abacoms sPlan versie 5.0

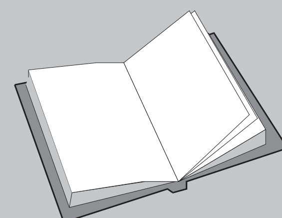
## Inleiding

**Eenvoudig professionele schema's tekenen**
Er bestaan mooie, maar dure en ingewikkelde programma's voor het tekenen van elektronische schema's. Die programma's zijn zo duur en zo ingewikkeld, omdat zij ontworpen zijn voor de professionele elektronicus die dagelijks zeer complexe schema's moet tekenen die uit diverse deelschema's bestaan die onderling gekoppeld moeten worden. Bovendien kan men deze schema's rechtstreeks exporteren naar printontwerp programma's, waardoor het ontwerpen van de print eenvoudiger wordt.
Voor de student en hobbyist, die af en toe een zélf ontworpen schakelingetje wil documenteren met een geschreven verslag of zijn experimenten op het Internet wil zetten, zijn dergelijke programma's ongeschikt. Door de Duitse firma "ABACOM Ingenieurgesellschaft" wordt al jaren een betaalbaar alternatief aangeboden, "sPlan" genoemd. Inmiddels is versie 5.0 van dit programma uitgebracht en het eens op één floppy geleverd programma is uitgegroeid tot een volwaardig maar nog steeds spotgoedkoop alternatief voor de duurdere soortgenoten: voor rond de vijftig euro kunt u het programma het uwe noemen.

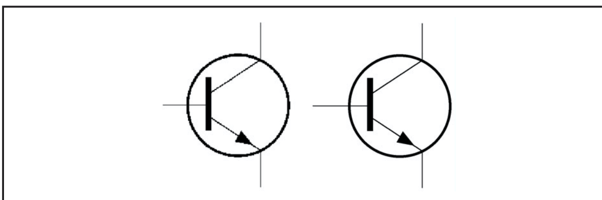
**Echt 32 bit programma**
Het eerste dat opvalt is dat versie 5.0 van het programma nu op CD-ROM wordt geleverd en tweetalig wordt geïnstalleerd: Duits of Engels. Het is een volwaardige 32 bit applicatie, zodat alle voordelen van 32 bit programma's volledig worden ondersteund. De bekendste daarvan is uiteraard het gebruik van lange bestandsnamen en de standaard dialoogvensters die iedereen kent van Windows 95 en opvolgers. Nadeel is wel dat het programma niet meer draait onder Windows 3.x.

**Vectorgrafiek**
Een van de spectaculairste vernieuwingen van de versies 4.0 en 5.0 is zonder meer dat de elektronische symbolen uit de bibliotheek uit vectorgrafieken zijn samengesteld. De voordelen zijn evi-

**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 3/8.9.9**



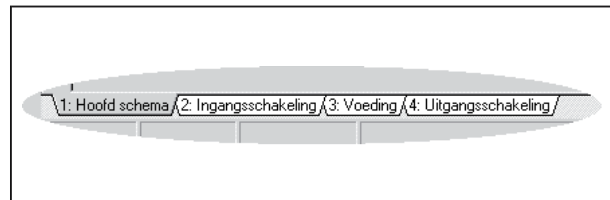
dent. Bij de vorige versies waren de symbolen bitmap's. Als u een ontworpen schema bij het printen uitvergrootte, dan kregen de symbolen rafelige randen, zie figuur 3/8.9.12-1 links. Bij vector's worden alle grafische elementen, waaruit een symbool is samengesteld, onder de vorm van wiskundige formules opgeslagen. Als u zo'n vectorsymbool vergroot, dan berekent het programma de vorm van het symbool opnieuw aan de hand van de formules. Het gevolg is dat het vergrote symbool zonder kwaliteitsverlies in de maximale kwaliteit van de printer op papier verschijnt.



**Figuur 3/8.9.12-1:** Het voordeel van vectorgrafiek: vergroot u een schema uit, dan blijven vectoren (rechts) haarscherp.

**Projecten bevatten meerdere pagina's**
"sPlan" versie 5.0 werkt met projecten. Een project kan uit meerdere pagina's bestaan, die ieder één schema bevatten. Iedere pagina krijgt een eigen naam, u kunt van pagina naar pagina gaan door onderaan op een van de tab's te klikken, zie figuur 3/8.9.12-2. Iedere pagina kan uit het project worden verwijderd. De pagina's kunnen worden gesorteerd in het project en het is altijd mogelijk een project met een of meerdere pagina's uit te breiden.

**Uitgebreide tekenfuncties**
"sPlan" versie 5.0 is uitgebreid met standaard tekenfuncties, zoals voor lijnen, cirkels en vierkanten. Deze functies zijn oproepbaar tijdens het tekenen van een schema en tijdens het ontwerpen van nieuwe symbolen. Ook hierbij wordt gewerkt met vectorgrafiek. Alle elementen van de objecten kunnen afzonderlijk worden aangepast wat betreft kaderkleur, lijndikte, vulkleur, etc.




**Figuur 3/8.9.12-2:** "sPlan" versie 5.0 werkt met projecten, die meerdere pagina's kunnen bevatten.

**Uitgebreide exportfaciliteit**
De schema's kunnen worden geëxporteerd als BMP-, GIF- en EMF-grafiek. De resolutie van de bitmap is vrij instelbaar, zodat u schema's zowel met lage resolutie kunt bewaren voor Internettoepassingen als met hoge resolutie voor het invoegen in verslagen en rapporten.

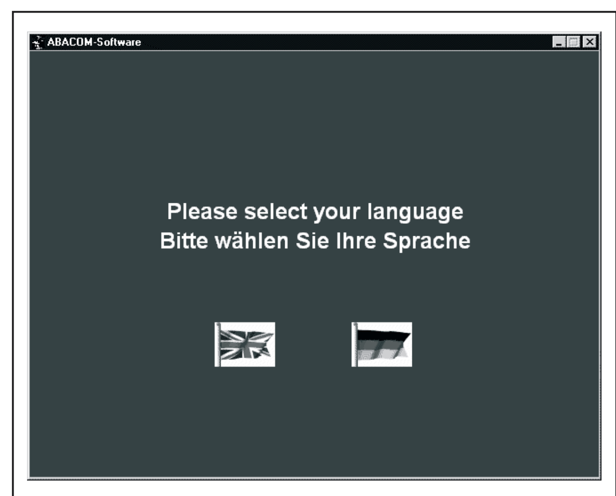
**Achtergrond-sjablonen**
Achter ieder schema kunt u een zogenaamd achtergrond-sjabloon opnemen. Dat kan bijvoorbeeld gegevens bevatten over de ontwerper van het schema, een bedrijfslogo bevatten en teken- en revisie-data. Deze sjablonen kunnen afzonderlijk worden bewaard en achter ieder schema worden geplaatst.

**Bekende specificaties**
Natuurlijk bevat ook versie 5.0 de bekende opties van de vorige versies, zoals:
– Een onder het tekenvel aanwezig onzichtbaar "magnetisch raster" zorgt ervoor dat alle onderdelen automatisch horizontaal en verticaal uitgelijnd worden, zodat het verbinden van de

componenten met rechte lijnen een fluitje van een cent is.
- Ieder getekend onderdeel, lijn of tekst wordt als een afzonderlijk object behandeld dat te verplaatsen, te draaien, te copiëren en te bewerken is.
- Knooppunten tussen lijnen kunnen met één klik op de muis aangebracht worden.
- Objecten kunnen gegroepeerd en naar het “Klembord” verplaatst worden. Nadien kan men deze met één muisklik elders op het tekenvel kopiëren, zodat zich herhalende structuren niet telkens opnieuw getekend moeten worden.
- De 39 bibliotheken met onderdelen kunnen op een eenvoudige manier uitgebreid worden, waarbij nieuwe onderdelen in bestaande bibliotheken ondergebracht kunnen worden of in nieuwe.
- Onderdelen kunnen van de ene naar de andere bibliotheek verplaatst worden.
- Het programma heeft een automatische doornummerfunctie, waarbij bijvoorbeeld alle getekende weerstanden automatisch van R1 tot en met Rn genummerd worden. Deze functie werkt niet alleen in één schema maar desgewenst ook in alle schema’s van één project. U kunt de manier van nummeren instellen.
- Het programma kan volledig automatisch een onderdelenlijst genereren, die als tekstbestand geëxporteerd kan worden. Ook deze functie werkt per pagina of desgewenst per project.
- Via een zoekfunctie kunt u gaan zoeken naar een onderdeel in een project.
- Het programma heeft een uiterst gebruikersvriendelijke “Print”-optie, waarmee getekende schema’s op een schaal van 10 % tot 400 % op papier gezet kunnen worden.
- Het programma wordt geleverd met een licentie-vrije “Viewer”, waarmee iedereen uw “sPlan”-schema’s kan bekijken en afdrukken.

**Systeemeisen**
“sPlan” versie 5.0 stelt werkelijk minimale eisen aan uw systeem. Iedere versie van Windows vanaf 95 is goed, het programma neemt maximaal 6 MB ruimte op uw harde schijf in beslag.

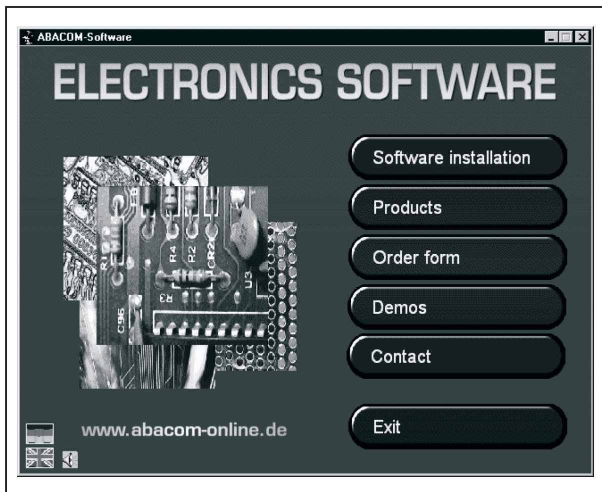
**Installatie**
De CD-ROM start vanzelfsprekend automatisch op en verrast de gebruiker in eerste instantie met een taalselectie scherm, zie figuur 3/8.9.12-3.




**Figuur 3/8.9.12-3:** Abacom-software wordt tegenwoordig tweetalig geleverd: Duits of Engels.

U kunt dus kiezen uit een Duits- of Engelstalige installatie. Alle menu’s en helpteksten worden aan de taalselectie aangepast.
Nadien verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-4 op uw scherm. Iedere

CD-ROM bevat demo's van alle Abacom-programma's. Via de optie "Software installation" wordt het programma volledig automatisch geïnstalleerd.




**Figuur 3/8.9.12-4:** Het installatievenstertje van het programma.

### Directory selecteren

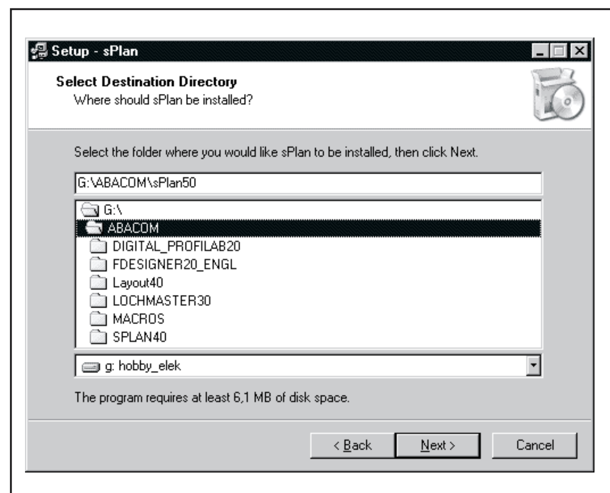
Het enige dat u moet doen is via het venstertje van figuur 3/8.9.12-5 de gewenste installatiedirectory selecteren. Ondanks de talrijke vernieuwingen is het programma nog steeds zeer bescheiden. Er worden 79 bestanden geïnstalleerd met een totale omvang van slechts 5,2 MB! De symbolen zitten in LIB-bestanden in de subdirectory BIBO.

### Belangrijke opmerking

In de directory BIBO mogen alleen .LIB-bestanden staan! Als u hier andere bestanden neerzet slaat het programma op tilt.

### Het werkvenster van "sPlan"

Na het opstarten van "SPLAN50.EXE" verschijnt het werkscherm van figuur 3/8.9.12-6 in beeld. Uiteraard werd hier al een voorbeeldschema ingelezen. Onder de menubalk bevindt zich een knoppenbalk met de 24 meest gebruikte menu-opties. Het linker venster bevat alle beschikbare onderdelen in een van de bibliotheken. Het programma start steeds op met de eerste bibliotheek, namelijk "Accustics", paraat.




**Figuur 3/8.9.12-5:** In dit venstertje wordt de installatiedirectory opgegeven.

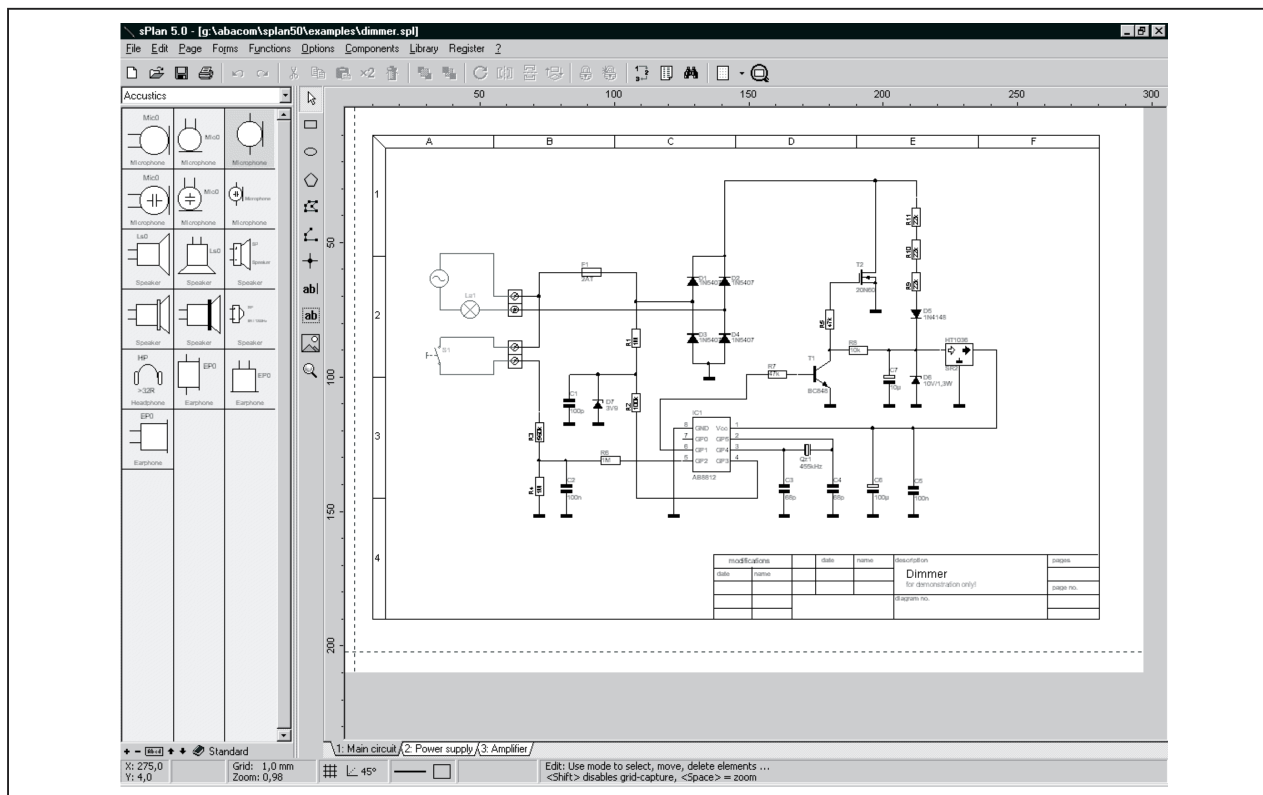
Rechts staat het grote tekenvenster. De scheiding tussen beide vensters kan worden verschoven. Onder in beeld staat de "Status"-balk, waarin mededelingen verschijnen over de actie die op een bepaald moment wordt uitgevoerd. Tussen het bibliotheek- en het tekenvenster treft u een verticale lijst aan, waarin de elf vaakst gebruikte tekengereedschappen paraat staan.

## Belangrijke begrippen

### Componenten

Het belangrijkste begrip in een programma als "sPlan" zijn natuurlijk de componenten, die u gebruikt voor het tekenen van de schema's. "Splan" versie 5.0 bevat honderden kant-en-klare componenten.

**8.9 Software voor de ontwerper**

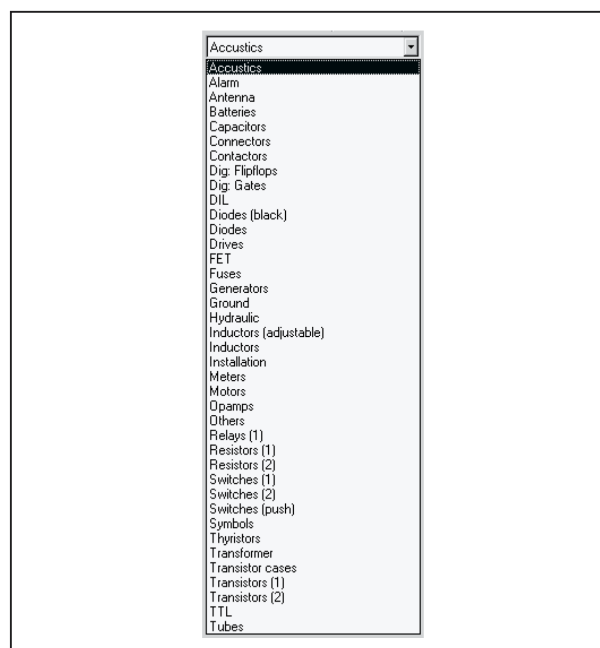



**Figuur 3/8.9.12-6:** Het werkvenster van “Splan” versie 5.0.

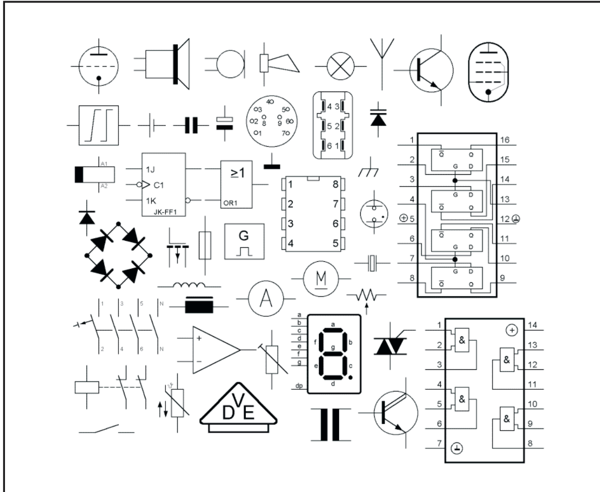
Deze zijn gegroepeerd in de 39 bibliotheekpagina’s die in figuur 3/8.9.12-7 zijn voorgesteld. Via het keuzevenster, boven in beeld, selecteert u een van de bibliotheekpagina’s.
In figuur 3/8.9.12-8 hebben wij enige tientallen componenten op één vel verenigd, waardoor u een alles behalve compleet overzicht krijgt van de onderdelen die u kunt gebruiken. Interessant is de laatste pagina “Tubes”. “sPlan” versie 5.0 geeft u toegang tot 13 symbolen van buizen, van diode tot penthode. In de pagina “TTL” treft u tientallen complete IC’s uit de 7400-serie aan.

## De gereedschapsbalk

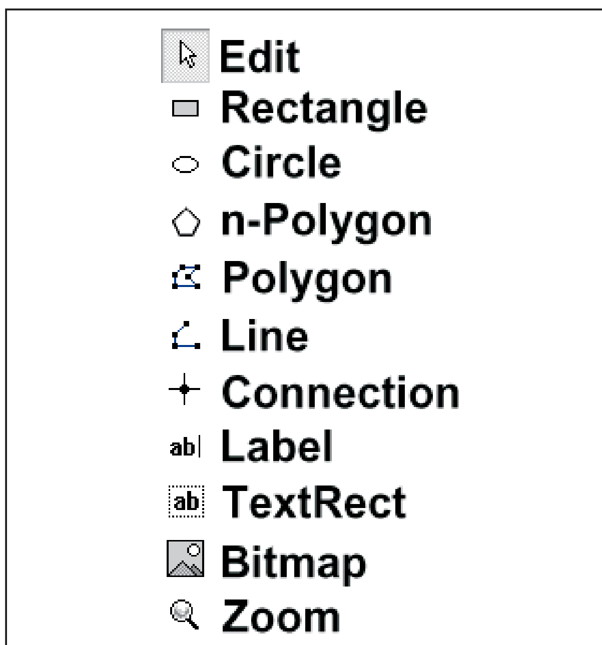
Tussen het venster van de bibliotheek en het tekenvel staat een knoppenlijst met elf knoppen.




**Figuur 3/8.9.12-7:** De 39 pagina’s uit de bibliotheek met componenten.



**Figuur 3/8.9.12-8:** Tientallen symbolen van componenten op één pagina verenigd.




**Figuur 3/8.9.12-9:** De elf gereedschapsknoppen.

Dit zijn de knoppen waarmee u basisfuncties van het pakket bereikt, zie figuur 3/8.9.12-9. Hoewel op sommige gereedschappen later uitgebreid wordt ingegaan, zullen we hier even in het kort de functie ervan beschrijven.

– Edit
  Met deze mode selecteert u onderdelen op uw tekenvel waarmee u iets moet doen, bijvoorbeeld verwijderen, vergroten, verkleinen, verplaatsen of draaien.
– Rectangle
  Gereedschap voor het tekenen van vierkanten en rechthoeken. U klikt met de linker muisknop in een hoekpunt van de rechthoek en tekent nadien met de muis de gewenste rechthoek. U sluit af met een hernieuwde druk op de linker muisknop. Met een druk op rechts verlaat u dit gereedschap.
– Circle
  Hiermee tekent u cirkels. U zet de cursor op het middelpunt van de cirkel en klikt met de linker muisknop om dit punt vast te leggen. Nadien tekent u met de muis een mooie cirkel en sluit af met een nieuwe druk op de linker muisknop. Met een druk op de rechter muisknop verlaat u dit gereedschap.
– n-Polygon
  Met dit werktuig tekent u regelmatige veelhoeken. Tekenen is in feite iets teveel gezegd, in het venstertje van figuur 3/8.9.12-10 vult u het aantal hoeken (“Edges”) en de hoekverdraaiing ten opzichte van de horizon (“Angle offset”) in. Na een klik op “OK” plakt een klein veelhoekje aan de muiscursor. U klikt met de linker muisknop op de plaats waar u het middelpunt van de veelhoek wilt hebben en sleept nadien tot de veelhoek de gewenste grootte heeft.
– Polygon
  Met dit gereedschap tekent u snel willekeurige veelhoeken. U klikt met de linker muisknop in een hoekpunt van

de figuur en tekent de veelhoek door de muis te verplaatsen naar ieder volgend hoekpunt. Door een druk op de rechter muisknop wordt de veelhoek gesloten.

– Line
Hiermee tekent u lijnen. U klikt met de linker muisknop op het beginpunt van de lijn. U verplaatst de cursor naar het eindpunt van de lijn of naar een hoekpunt en klikt weer met de linker muisknop. Is de lijn klaar, dan klikt u even met de rechter muisknop.

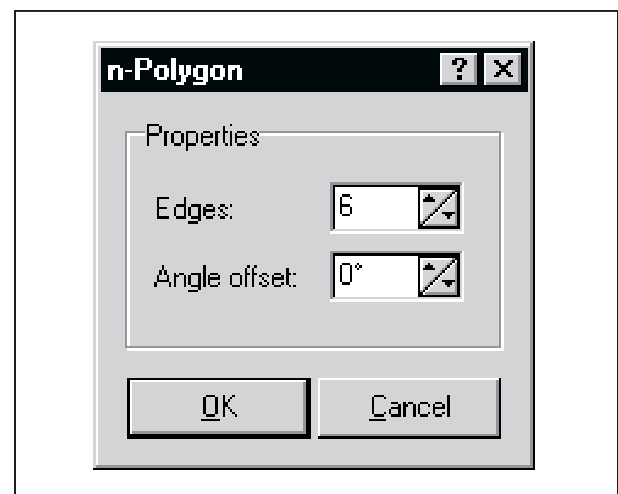
– Connection
Met dit werktuig tekent u de “bolletjes” die in de meeste Europese schema’s aangeven dat twee lijnen elektrisch met elkaar verbonden zijn. U verplaatst het assenkruis van de cursor naar de gewenste plaats en klikt met de linker muisknop.

– Label
Hiermee zet u teksten in uw schema. Na het aanklikken van de betreffende knop verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-11 in beeld. Hierin vult u de tekst (“Text”) in, bepaalt de hoogte in mm (“Height”) en het soort letter (“Font”). Na een klik op de knop “OK” wordt de tekst geplaatst. Op de interessante functie “Insert variable” komen wij later terug.

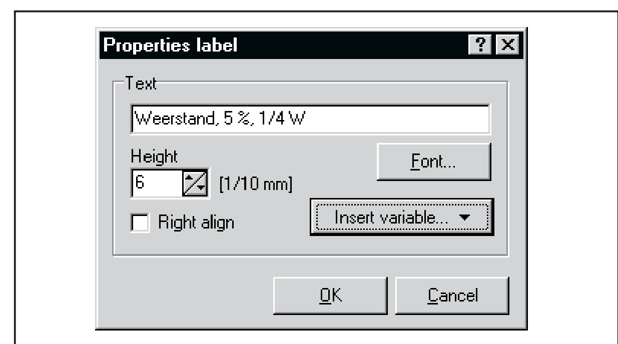
– TextRect
Met “Label” kunt u alleen korte teksten plaatsen. Met dit interessant nieuw werktuig in versie 5.0 kunt u grote lappen tekst in uw schema opnemen. Na aanklikken van de betreffende knop moet u eerst een tekstvenster in uw schema opnemen (klikken met de linker muisknop en cursor verslepen). Nadien verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-12 in beeld, waar u een groot editvenster ter beschikking krijgt voor het schrijven van hele verhalen. U kunt ook nu de hoogte (“Height”) en de lettersoort (“Font”) instellen maar bovendien met “Alignment” de uitlijning van de tekst vastleggen op links, rechts of gecentreerd.

– Bitmap
Met dit gereedschap voegt u illustraties in uw schema in, wij komen hier later op terug.

– Zoom mode
Met dit gereedschap zoomt u in of uit op uw board. Met klikken op de linker muisknop zoomt u in, met klikken op de rechter muisknop zoomt u uit.

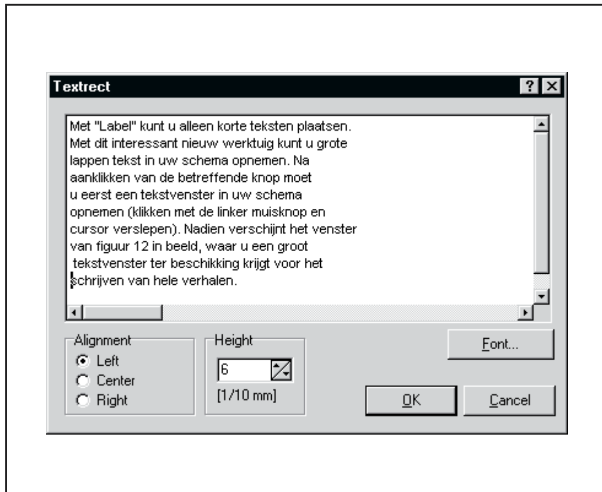



**Figuur 3/8.9.12-10:** Het tekenen van regelmatige veelhoeken met “n-Polygon”.

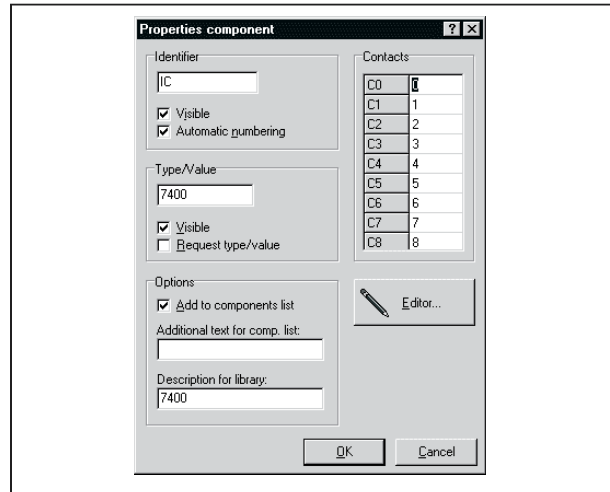



**Figuur 3/8.9.12-11:** Het schrijven van kleine teksten met “Label”.

**8.9 Software voor de ontwerper**




**Figuur 3/8.9.12-12:** Met "TextRect" kunt u grote hoeveelheden tekst in uw schema invoegen.




**Figuur 3/8.9.12-13:** Het venster "Properties component" waarin u alle eigenschappen van een onderdeel definieert.

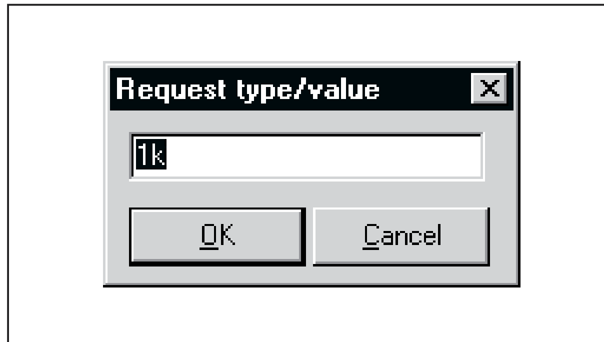
## Component properties

Een belangrijk begrip binnen "sPlan" zijn de eigenschappen van een component, oftewel de "Component properties". Die eigenschappen worden niet alleen gebruikt bij het tekenen van de componenten, maar ook bij het samenstellen van de onderdelenlijst en het identificeren van een onderdeel in de bibliotheek. U krijgt er vaak mee te maken! U krijgt toegang tot het venster van figuur 3/8.9.12-13 door in het bibliotheekvenster met de rechter muisknop op een component te klikken. Er verschijnt dan een pop-up venster waarin u met de linker muisknop "Component properties" selecteert. U kunt ook met de rechter muisknop klikken op een onderdeel dat u reeds op uw tekenvel heeft aangebracht. Als u het eerste doet, dan kunt u de eigenschappen wijzigen van alle onderdelen die u vanaf dat moment met het aangepaste symbool uit de bibliotheek tekent. Doet u het tweede, dan verandert u alleen de eigenschappen van het specifieke onderdeel in uw schema.

In het venster kunt u een heleboel specificaties van het onderdeel instellen.

– Identifier
  Een letter, gevolgd door een nummer, bijvoorbeeld R1 voor een weerstand. U kunt ook het nummer weglaten en de optie "Automatic numbering" aanvinken. "sPlan" zal dan alle componenten met de identifier "R" automatisch nummeren, zie later.
– Visible
  Door deze optie aan te vinken wordt de identifier op het tekenvel naast het onderdeel geplaatst.
– Type/Value
  Vul hier het typenummer of de waarde van het onderdeel in. Met "Visible" zorgt u ervoor dat het typenummer of de waarde in het schema verschijnt.
– Request for type/value
  Een handige optie! Vinkt u deze aan, dan verschijnt het venstertje van figuur 3/8.9.12-14 na plaatsing van een onderdeel op het tekenvel, waarin u de waarde of het typenummer snel kunt invullen.

**8.9 Software voor de ontwerper**

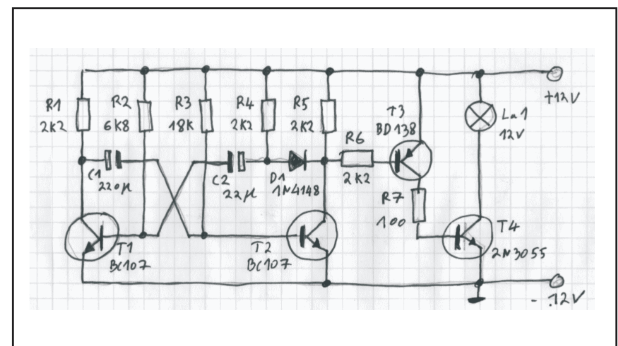



**Figuur 3/8.9.12-14:** In dit venstertje kunt u de waarde of het typenummer van een onderdeel invullen.

– Options
  Met "Add to component list" zorgt u ervoor dat het onderdeel automatisch in de door "sPlan" gegenereerde onderdelenlijst wordt opgenomen.
  In "Additional text for comp. list" kunt u een extra tekst invullen, die alleen in de onderdelenlijst verschijnt.
  In "Description for library" vult u een tekst in waarmee het onderdeel in de bibliotheek herkenbaar wordt. Gebruikt u bijvoorbeeld vaak een transistor van het type BC107, dan zou u het standaard symbool van een transistor kunnen kopiëren, er de "Type/Value" "BC107" aan kunnen toekennen en via "Description for library" het onderdeel als "BC107" kunnen opnemen in een pagina van uw bibliotheek.
– Editor
  Met de "Editor"-knop opent u een tekenvenster, waarmee u het symbool kunt aanpassen. Wij komen daar later op terug.
– Contacts
  Aan ieder contact van een onderdeel kunt u een beschrijving koppelen via de "Editor". Ook op deze nieuwe functie van versie 5.0 komen wij later uitgebreid terug.

# Aan de slag

**Een eenvoudig schema als voorbeeld**
Hiermee hebben wij uiteraard lang niet alle functies en opties van "sPlan" versie 5.0 behandeld. Maar in plaats van al deze opties een na een te beschrijven gaan wij, samen met u, het programma verkennen aan de hand van een zeer eenvoudig voorbeeld. In figuur 3/8.9.12-15 is een schemaatje getekend van een knipperlicht met groot vermogen. U zou dit schema kunnen gebruiken om een lamp aan te sturen als uw inbraakalarm wordt geactiveerd. De 12 V lamp La1 kan een vermogen van 48 W hebben, meer dan genoeg om in een duistere nacht de hele straat aan te lichten.



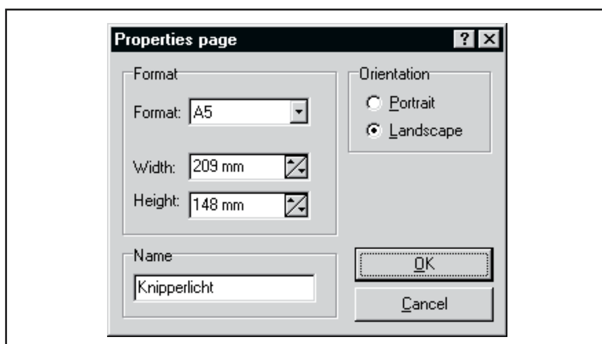

**Figuur 3/8.9.12-15:** Het eenvoudig schema dat wij met "sPlan" gaan tekenen.

**Logische stappen**
Bij het tekenen van een schema voert u een aantal logische stappen uit, namelijk:
– een tekenvel prepareren;
– uw schema een naam geven;
– uw project een naam geven;
– eventueel een achtergrond-sjabloon laden;
– onderdelen op het tekenvel plaatsen;
– onderdelen van een waarde en/of typenummer voorzien;

- verbindingslijnen trekken;
- connections invoegen;
- eventueel aanvullende teksten schrijven;
- onderdelen logisch nummeren;
- eventueel een onderdelenlijst samenstellen;
- uw schema printen.

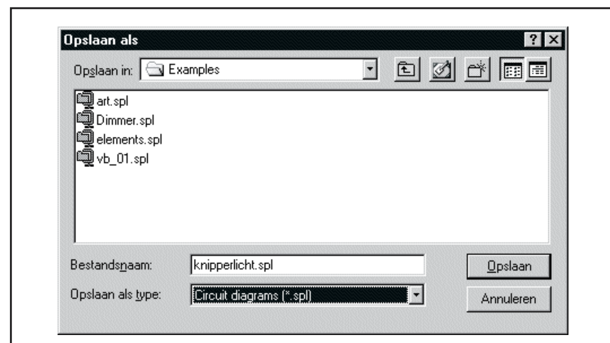
Deze logische gang van zaken wordt volledig door het programma ondersteund.

**Stap 1: een tekenvel klaarmaken**
De eerste stap is het voorbereiden van het tekenvel. Dat gaat via het menu “File” en de optie “New”. U krijgt nu een leeg tekenvel in beeld. Ga vervolgens naar het menu “Page” en selecteer de optie “Page properties”. In het venstertje van figuur 3/8.9.12-16 kunt u nu de afmetingen van het tekenvel selecteren (“Format”). U kunt kiezen uit de bekende standaard papierformaten, maar ook eigen afmetingen definiëren. Voor zo’n klein schemaatje kiezen wij A5 en selecteren als oriëntatie liggend (“Landscape”). In het vakje “Name” kunt u het schema een naam geven, bijvoorbeeld “Knipperlicht”.




**Figuur 3/8.9.12-16:** Het voorbereiden van het tekenvel.

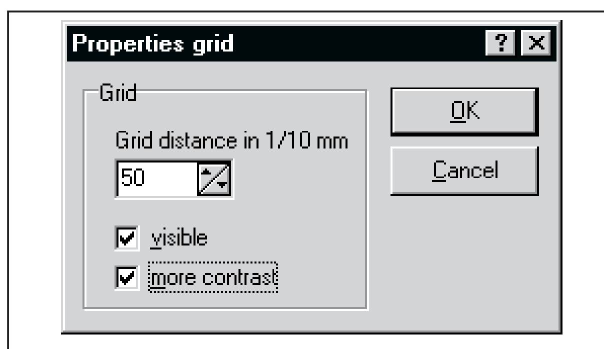
**Stap 2: uw project bewaren**
Zoals reeds geschreven, slaat “sPlan” uw schema op als project. In ieder project kunt u meer dan een schema opnemen. U kunt dus een uitgebreide schakeling op meer dan een vel papier tekenen en al die vellen toch in één project opnemen. Als u het project later weer opent, dan kunt u met één muisklik van het ene naar het andere schema omschakelen. U heeft nu weliswaar het schema de naam “Knipperlicht” gegeven, maar nog geen naam verzonnen voor het project. Ga dus naar het menu “File” en selecteer de optie “Save as”. U kunt nu in het bekende Windowsvenster van figuur 3/8.9.12-17 het project een unieke naam geven. Projecten worden opgeslagen als .SPL-bestanden, een eigen bestandsformaat van “sPlan” dat u in andere programma’s niet kunt openen.




**Figuur 3/8.9.12-17:** Uw project heeft nu een eigen naam en kan later weer worden geopend.

**Stap 3: het magnetisch raster instellen**
Vervolgens doet u er zeer verstandig aan het magnetisch raster in te stellen, via het menu “Options” en de optie “Grid”, zie figuur 3/8.9.12-18. U kunt hier de resolutie van het magnetisch raster instellen in veelvouden van 0,1 millimeter. Stelt u dit bijvoorbeeld in op 5 mm, dan kan de cursor bij het tekenen alleen in veelvouden van 5 mm over het tekenvel springen. Op deze manier kunt u natuurlijk heel gemakkelijk onderdelen

ten opzichte van elkaar uitlijnen. In dit venstertje kunt u ook instellen of het raster al dan niet zichtbaar moet zijn ("visible") en de rasterlijnen goed zichtbaar maken ("more contrast"). Wij hebben het kladschema van figuur 3/8.9.12-15 getekend op ruitjespapier met een raster van 5 mm, het is dus voor de hand liggend dat wij het magnetisch raster van "sPlan" op dezelfde maat instellen.




**Figuur 3/8.9.12-18:** In dit venstertje stelt u de specificaties van het magnetisch raster in.

### Uitschakelen van het magnetisch raster

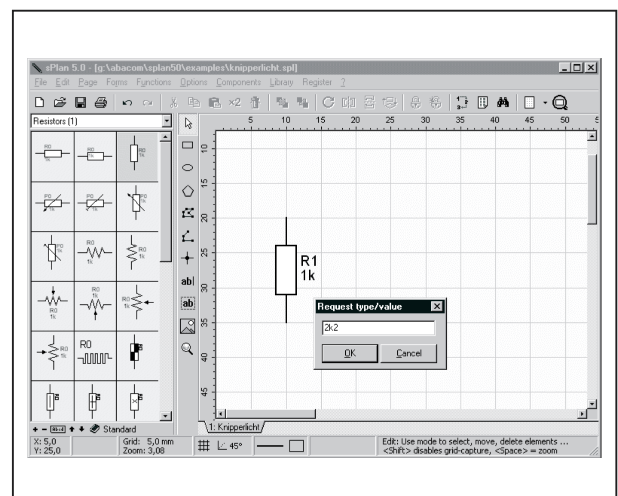
Hoewel het magnetisch raster een zeer nuttige utility is, kan het soms toch noodzakelijk zijn onderdelen of lijnen te tekenen tussen de punten van het raster. Als u, tijdens het plaatsen van onderdelen of lijnen, de Shift-toets ingedrukt houdt wordt het raster even uitgeschakeld en kunt u de cursor vrij over het tekenvel bewegen. Een tweede methode om het raster uit te schakelen is klikken op het rasterpictogram, links onder in de onderste knoppenbalk.

### Stap 4: een achtergrond-sjabloon selecteren

Noodzakelijk is het niet, maar gebruik van een achtergrond-sjabloon geeft een schema een professioneel cachet. Bij dit eenvoudige voorbeeld laten wij dit even, op deze functie komen we later uitgebreid terug.

### Stap 5: weerstanden tekenen

We kunnen beginnen met het tekenen van de onderdelen op het vel. Het ligt voor de hand te beginnen met het tekenen van de weerstanden. Klik eerst op het gereedschap "Edit", open de bibliotheekpagina "Resistors (1)" en selecteer de horizontale weerstand met de muis. Klik met de rechter muisknop op de weerstand en selecteer in het pop-up venster de optie "Component properties". Klik in het venster van figuur 3/8.9.12-13 de optie "Request type/value" aan en sluit dit venster. Ga weer naar de weerstand, druk de linker muisknop in en sleep de weerstand naar het tekenvel. Na loslaten van de muisknop wordt de weerstand in het schema opgenomen, zie figuur 3/8.9.12-19, en verschijnt het venstertje van figuur 3/8.9.12-14 in beeld. Vul hier "2k2" in.




**Figuur 3/8.9.12-19:** We hebben de eerste weerstand van het schema geplaatst.

Op dezelfde manier kunt u vervolgens alle overige weerstanden plaatsen, waar-

bij het 5 mm raster van ons kladje goede diensten bewijst bij het op de juiste plaats zetten van de weerstanden. U zult opmerken dat de weerstanden automatisch worden doorgenummerd. Logisch, want de ontwerpers van Abacom hebben in de “Component properties” de optie “Automatic numbering” (zie figuur 3/8.9.12-13) voor alle componenten geactiveerd.

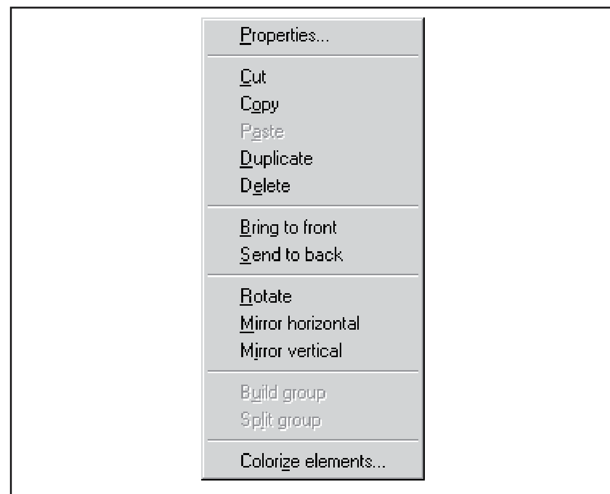
**Stap 6: de overige componenten tekenen**

Op dezelfde manier kunt u de transistoren, de condensatoren de diode en de lamp tekenen. Bij het tekenen van de transistor T1 doet zich het probleem voor dat het symbool van een transistor met basis rechts niet aanwezig is in de pagina “Transistors (1)”. Geen probleem: teken de transistor op de beschreven manier, klik met de rechter muisknop op het onderdeel en selecteer in het pop-up menu van figuur 3/8.9.12-20 de optie “Mirror horizontal”. De transistor wordt 180° gedraaid rond de horizontale as. Op dezelfde manier kunt u transistor T3 rond de verticale as draaien (“Mirror vertical”), zodat de emitter boven komt te staan.

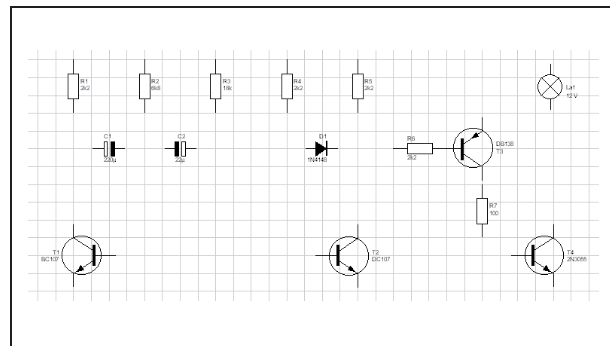
U zult merken dat u bij het plaatsen van de transistoren en condensatoren het magnetisch raster moet uitschakelen om de emitter- en collectoraansluitingen netjes onder de weerstanden te krijgen.

**Tussenstand**

Het plaatsen van de onderdelen gaat werkelijk razendsnel, nu een paar minuten staat het resultaat van figuur 3/8.9.12-21 op uw scherm. U moet nu de verbindingslijnen trekken. Het is aan te raden het magnetisch raster op de reeds beschreven manier in te stellen op 1 mm. U heeft nu immers de handige “gids”, de hokjes van 5 bij 5 mm, niet meer nodig.




**Figuur 3/8.9.12-20:** Met dit pop-up venstertje kunt u componenten onder andere 180° roteren.



**Figuur 3/8.9.12-21:** Alle onderdelen zijn op het tekenvel geplaatst.

**Stap 7: de verbindingslijnen tekenen**

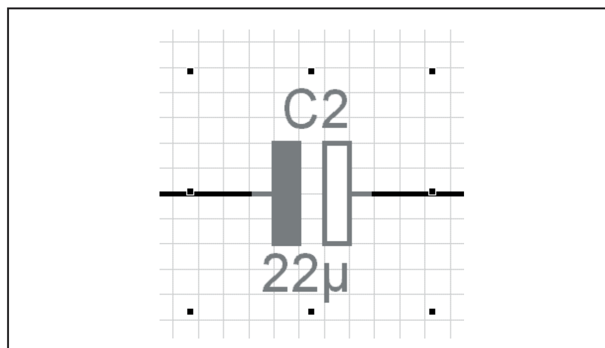
Selecteer het werktuig “Line” (zie figuur 3/8.9.12-9) en teken alle verbindingslijnen op de besproken manier. Het paskruis rond de cursor en de “Zoom”-functie zullen goed van pas komen!

Bij het tekenen van de twee schuine lijnen van de elco’s naar de basissen van de transistoren zult u vaststellen dat “sPlan” wijgert deze verbindingen te leggen. Onder normale omstandigheden kunt u

alleen horizontale lijnen, verticale lijnen en lijnen onder een hoek van 45° tekenen. Als u echter op de “Ctrl”-toets drukt, wordt deze beperking opgeheven en kunt u ook willekeurig lijnen tekenen. Bovendien kunt u die standaard hoek instellen. In de onderste knoppenbalk ziet u een pictogram van een hoek met daarnaast 45°. Als u op dit pictogram klikt ziet u een pop-up venster verschijnen, waarin u de standaard hoek, waaronder u lijnen kunt tekenen, kunt instellen op:

- 5°;
- 10°;
- 15°;
- 30°;
- 45°;
- 90°;
- Off.

In de laatste stand wordt de preset-hoek uitgeschakeld en kunt u lijnen onder een willekeurige hoek tekenen.




**Figuur 3/8.9.12-22:** Via de zes “handles” rond een geselecteerd onderdeel kunt u dit verplaatsen of vergroten/verkleinen.

**Stap 8: onderdelen verplaatsen**
Uit figuur 3/8.9.12-21 blijkt, dat wij condensator C2 op een verkeerde plaats hebben getekend. Dit onderdeel moet tussen de weerstanden R3 en R4 komen. Geen paniek, want u kunt gemakkelijk onderdelen verplaatsen. Selecteer “Edit” en klik de condensator aan. Rond het onderdeel verschijnen zes “handles”, zie figuur 3/8.9.12-22, en het onderdeel wordt paars weergegeven. U kunt nu het onderdeel verplaatsen en desgewenst ook vergroten of verkleinen door met de muis op een van de handles te gaan staan en met ingedrukte linker muisknop de handle te verplaatsen.

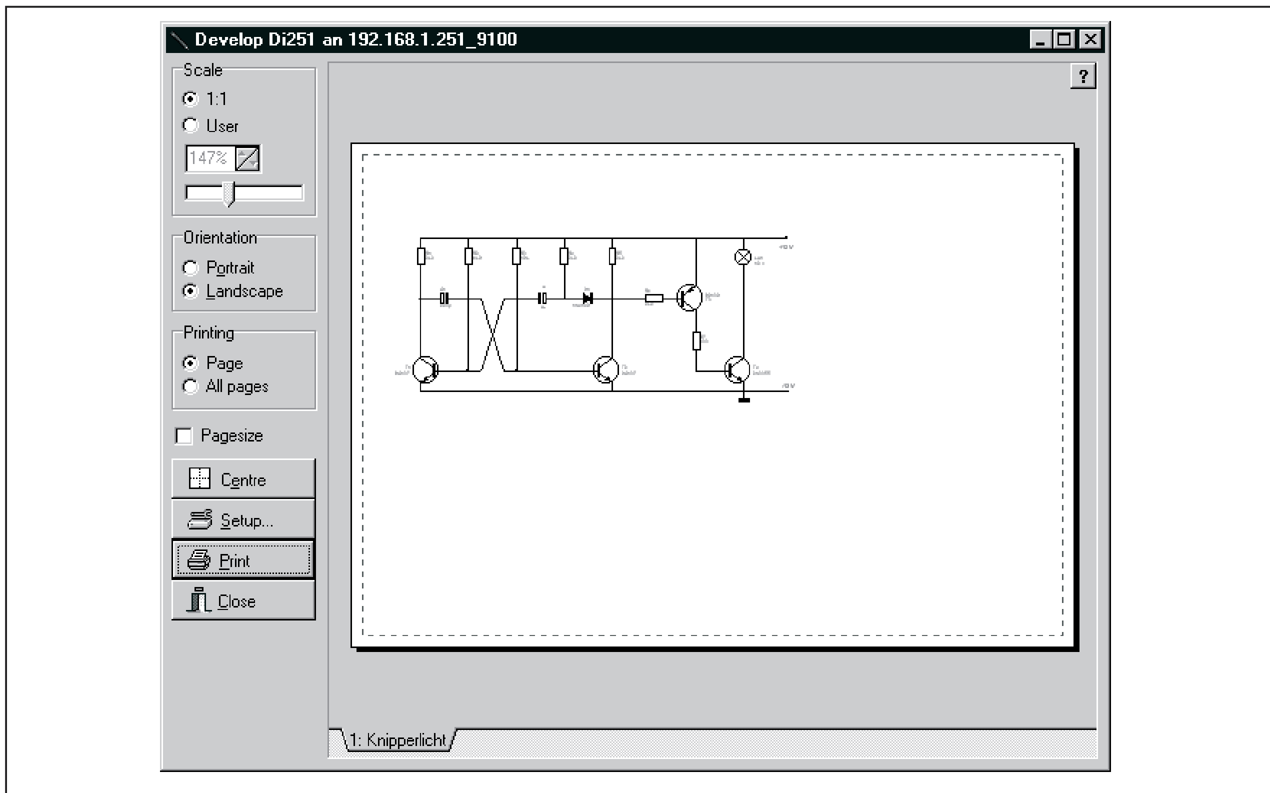
**Stap 8: connections plaatsen**
Met het werktuig “Connection” (zie figuur 3/8.9.12-9) plaats u de verbindingsbolletjes tussen de lijnen die elektrisch contact met elkaar hebben.

**Stap 9: de laatste werkzaamheden**
Ons schema is nu in principe klaar, maar we kunnen nog wat verfraaiingen aanbrengen. Zo ontbreken nog de twee symbolen voor het aansluiten van de voedingsspanning, het massasymbool en de teksten “+12 V” en “-12 V”. De ontbrekende symbolen vindt u in de pagina’s “Ground” en “Symbols” van de bibliotheek. Voor het invoegen van de teksten maakt u gebruik van het werktuig “Label” (zie figuur 3/8.9.12-9).

**Stap 10: het schema uitprinten**
Ons eerste schema is klaar en we kunnen het nu uitprinten. Ga naar het menu “File” en selecteer de optie “Print”. Uw schema verschijnt in het printvenster van figuur 3/8.9.12-23. U kunt in dit venster het volgende instellen:

- Scale
  De optie “1:1” print het schema op ware grootte af. Met de optie “User” kunt u het schema verkleind of uitvergroot afdrukken. De vermenigvuldigingsfactor is instelbaar tussen 10 % en 400 %.

**8.9 Software voor de ontwerper**



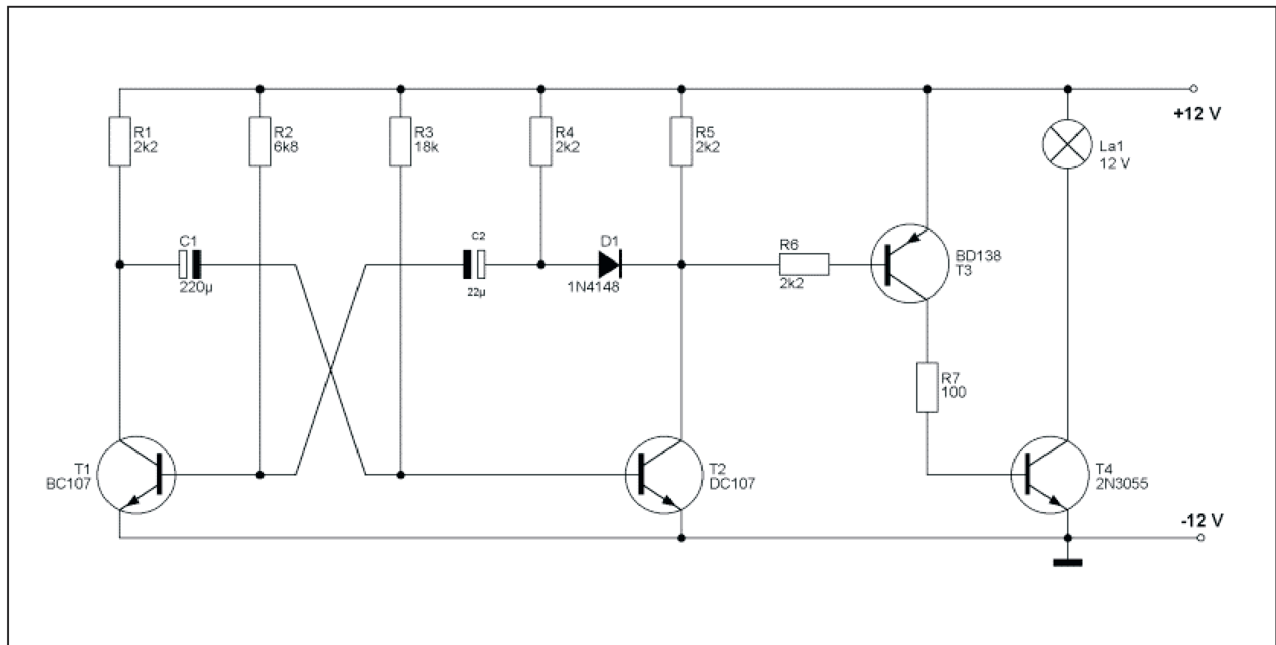

**Figuur 3/8.9.12-23:** Via dit printvenster kunt u de afdruk van uw schema configureren.

– Orientation
  Een duidelijke zaak, u kiest hier voor staand papier ("Portrait") of voor liggend papier ("Landscape").
– Printing
  Selecteert het afdrukken van de actuele pagina ("Page") of van alle pagina's uit het project ("All pages").
– Pagesize
  Zet de afmetingen van het in figuur 3/8.9.12-16 ingestelde papierformaat als lichtgrijze achtergrond in het printvenster. Deze achtergrond wordt niet mee afgedrukt.
– Centre
  Centreert het schema op het papier.
– Setup
  Roept het bekende Windows-venster op, waarmee u een printer kunt uitkiezen en eventueel configureren.
– Print
  Print de pagina of de pagina's.
– Close
  Sluit het printvenster.

U kunt desgewenst met de muiscursor het schema over de pagina verplaatsen.

**Het eindresultaat**

In figuur 3/8.9.12-24 is het eindresultaat van dit eerste met "sPlan" ontworpen schema voorgesteld.
Met dit voorbeeld hebben wij samen met u een snelle rondgang door de belangrijkste functies en gereedschappen van "sPlan" gemaakt. U kunt nu met het programma aan de slag.
Maar uiteraard biedt dit programma nog een heleboel nuttige opties en functies, die we in de volgende paragrafen gaan bespreken.




**Figuur 3/8.9.12-24:** Het eerste schema rolt uit uw printer.

# De Component editor

## Inleiding

Het schema van figuur 3/8.9.12-24 ziet er fraai uit, maar het kan zijn dat u tóch een en ander wilt veranderen. Zo vinden wij het mooier als de cirkel rond halfgeleiders dikker is dan de verbindingslijntjes. Dank zij de zeer krachtige “Component editor” kunt u ieder onderdeel uit de bibliotheek of ieder individueel onderdeel in een schema helemaal aan uw wensen aanpassen.

## Groepen en elementen

Een component van “sPlan” is opgebouwd uit diverse losse tekenelementen zoals lijnen, cirkelsegmenten, boogsegmenten, pad’s, etc. Onder normale omstandigheden zijn al die elementen verzameld tot een “groep”. Het voordeel hiervan is dat u nadien op alle gecombineerde elementen gezamenlijke bewerkingen kunt uitvoeren, zoals kopiëren, spiegelen en verplaatsen. Kortom, alle elementen gedragen zich als één superelement. Wilt u wijzigingen in het symbool van een component aanbrengen, dan moet u zich goed realiseren dat u alleen wijzigingen kunt aanbrengen in de losse tekenelementen waaruit de groep van een component bestaat. Dit is een logische consequentie van het feit dat “sPlan” met vectorgrafiek werkt. Wilt u dus de cirkel van de halfgeleider dikker maken, dan moet u eerst dit element selecteren en nadien de eigenschappen ervan wijzigen.

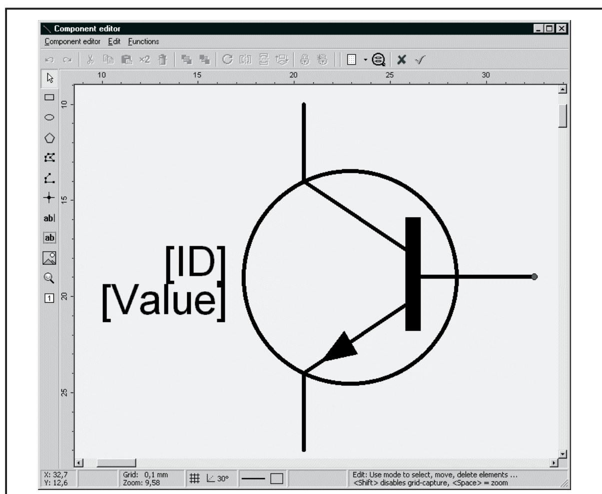
Daarnaast bevat het symbool van een component ook nog eens twee tekstvelden, de “Identifier” en de “Type/Value”. Bij het opnieuw samenvoegen van alle elementen tot de groep worden deze twee velden ook in de groep opgenomen.

## Groeperen en degroeperen

Zowel in het tekenvenster van “sPlan” als in de “Component editor” ziet u in de bovenste knoppenbalk twee speciale pic-

togrammen met een geopend en een gesloten hangslot. Door te klikken op het open hangslot kunt u gegroepeerde elementen degroeperen. Door te klikken op het gesloten hangslot kunt u losse elementen verenigen tot een groep.

**Opstarten van de "Component editor"**
U krijgt toegang tot de "Component editor" via de "Properties"-optie van het pop-up venster van figuur 3/8.9.12-20. In het venster van figuur 3/8.9.12-13 selecteert u dan de knop "Editor". Het venster van de "Component editor" is voorgesteld in figuur 3/8.9.12-25.

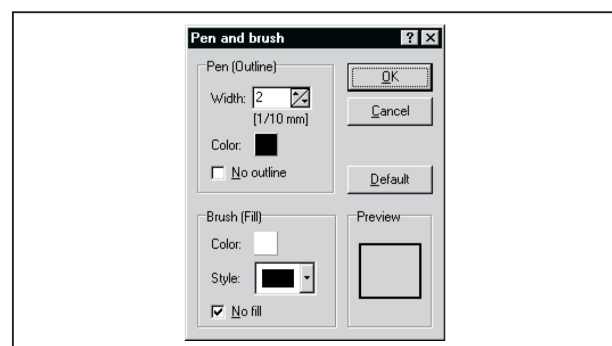



**Figuur 3/8.9.12-25:** Het venster van de "Component editor".

**Werken met de editor**
Het eerste dat opvalt is een klein rood bolletje ("Red point") dat ergens in het symbool aanwezig is. Dit rode bolletje is het punt van het symbool dat inklikt op de snijpunten van het magnetisch raster. U kunt dit inklikpunt eventueel verplaatsen door er op te gaan staan en met ingedrukte linker muisknop het bolletje te verplaatsen.
Links in het venster ziet u de werktuigen die u kunt toepassen. Deze zijn in grote lijnen identiek aan de werktuigen die in "sPlan" zélf ook ter beschikking staan.

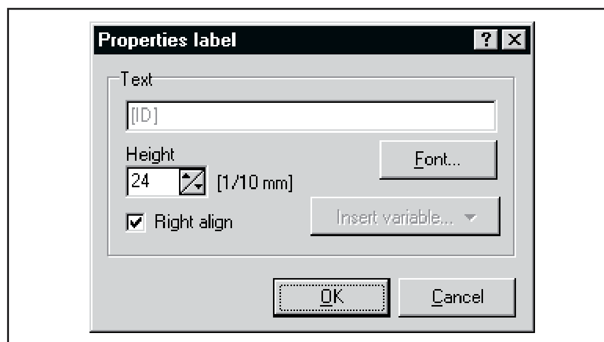
**Het aanpassen van een element**
Stel dat we de cirkel van de halfgeleider dikker willen maken. Klik met de rechter muisknop op de cirkel (degroepeer het symbool eventueel eerst) en selecteer in het pop-up menu "Properties". In het venster "Pen and brush" van figuur 3/8.9.12-26 kunt u nu de dikte van de lijn ("Width") instellen op bijvoorbeeld 5 mm. In principe kunt u nog veel meer wijzigingen doorvoeren:

- Color
  Bepaalt de kleur van de lijn.
- Brush (Fill)
  U kunt met "Style" diverse soorten vullingen en arceringen selecteren. In dit geval heeft dit natuurlijk geen zin.
- No outline
  Ook deze optie heeft alleen zin als u een vlak bewerkt. Hiermee kunt u de omranding van de figuur in- of uitschakelen.
- No fill
  Ook alleen van toepassing bij het bewerken van grote vlakken. Als u deze optie aanvinkt, dan wordt het vlak niet opgevuld.




**Figuur 3/8.9.12-26:** Met "Pen and brush" kunt u de eigenschappen van elementen van een symbool bewerken.

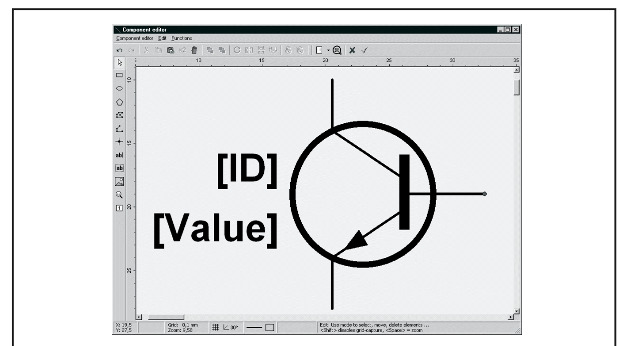
**Tekstvelden aanpassen**
De twee tekstvelden [ID] en [Value] zijn naar ons gevoel wat te klein en staan bovendien te dicht op elkaar. Ook deze velden kunt u aanpassen door er met de rechter muisknop op te klikken en "Properties" te kiezen. In het venster van figuur 3/8.9.12-27, "Properties label", kunt u nu de tekstgrootte ("Height") in stappen van 1/10 mm instellen en het lettersoort ("Font") kiezen. De instellingen "Text" en "Insert variable" zijn hier niet actief, omdat deze niet van toepassing zijn bij de vaste labels [ID] en [Value].
Tot slot verplaatsen we de twee labels wat, zodat er wat meer ruimte tussen zit.



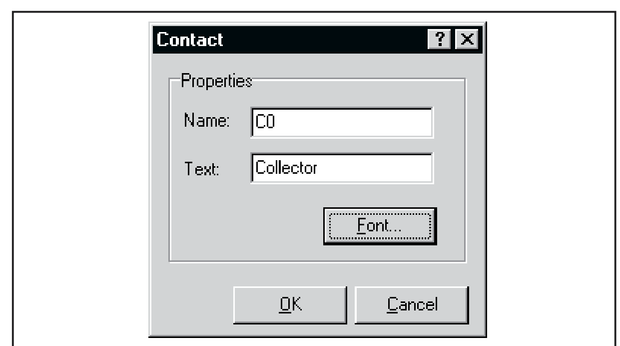

**Figuur 3/8.9.12-27:** Met "Properties label" past u de eigenschappen van teksten aan.

**Tussenstand**
Het symbool van onze transistor ziet er nu al heel wat fraaier uit, zie figuur 3/8.9.12-28.

**De optie "Contact"**
Helemaal onder in de gereedschapsbalk ziet u een "1" in een vierkantje. Dit werktuig geeft toegang tot de "Contact editor". Als u op dit pictogram klikt, dan verschijnt boven in het venster van de "Component editor" het label "C0". Dit kunt u naar een van de aansluitingen van de transistor slepen. Na twee keer herhalen van deze handeling heeft u drie contact-labels "C0", "C1" en "C2" bij de collector, de emitter en de basis staan. Klik met de rechter muisknop op een label en kies weer "Properties". In het venstertje van figuur 3/8.9.12-29 kunt u aan deze contactlabels te teksten "Collector, "Emitter" en "Basis" koppelen.



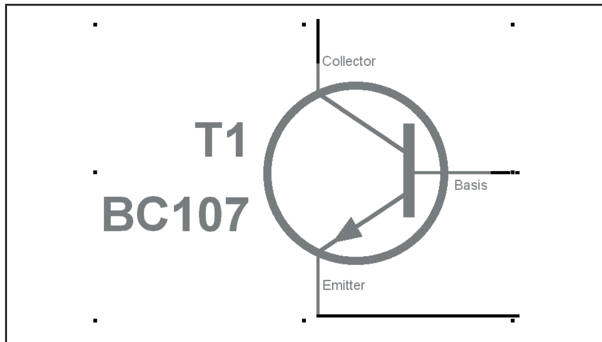

**Figuur 3/8.9.12-28:** Op deze manier kunt u de symbolen van "sPlan" aan uw eigen schoonheidsidealen aanpassen.




**Figuur 3/8.9.12-29:** Via dit venstertje kunt u namen toekennen aan contactlabels.

**Het resultaat**
Het resultaat van het editen van een onderdeel wordt onmiddellijk overgenomen in uw schema. Als voorbeeld hebben wij de eigenschappen van transistor T1 gewijzigd. Deze ziet er nu uit zoals voorgesteld in figuur 3/8.9.12-30.

8.9 Software voor de ontwerper



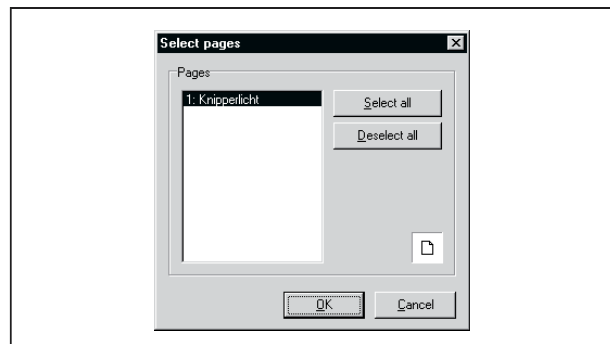

**Figuur 3/8.9.12-30:** De wijzigingen die wij in de eigenschappen van transistor T1 hebben aangebracht worden onmiddellijk in het schema doorgevoerd.

**Opmerking 1**
Het zal duidelijk zijn dat deze nieuwe "Contact label"-optie van versie 5.0 heel handig is bij het werken met complexe IC's. U kunt op deze manier snel aan alle pennen van het IC een label hangen.

**Opmerking 2**
Bij dit voorbeeld hebben wij de eigenschappen van één transistor van ons schema aangepast. Wilt u echter bepaalde wijzigingen op alle identieke componenten doorvoeren, dan gaat u natuurlijk het symbool in de bibliotheek aanpassen. Deze eenmalig ingevoerde wijzigingen worden dan steeds toegepast als u het gewijzigde symbool naar uw tekenvel sleept.

# Onderdelenlijst

**Inleiding**
Zoals reeds in de inleiding gesteld, maakt "sPlan" automatisch een onderdelenlijst van uw schema of schema's aan. Ga naar het menu "Functions" en selecteer de optie "Create component list". In het venstertje van figuur 3/8.9.12-31 kunt u nu selecteren welke pagina's van uw project in de onderdelenlijst opgenomen worden. In ons voorbeeld is dat snel bekeken: we hebben immers slechts één pagina getekend.



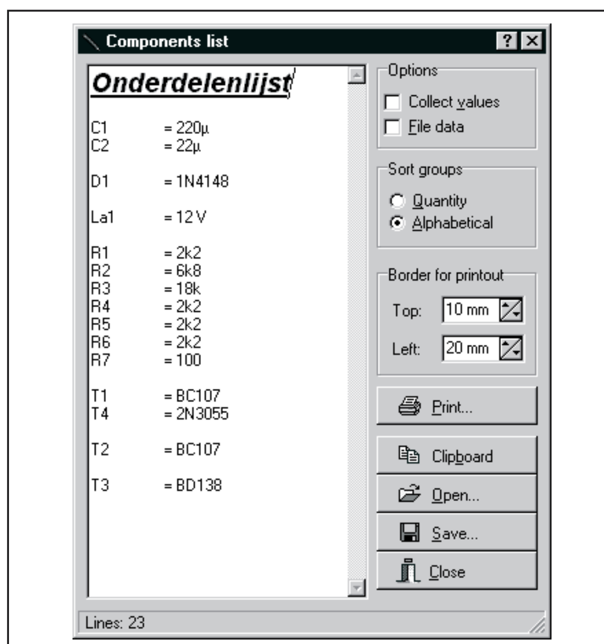

**Figuur 3/8.9.12-31:** In dit venstertje selecteert u de pagina's die in de onderdelenlijst worden opgenomen.

**Een beschrijfbaar tekstvenster**
De onderdelenlijst wordt, zie figuur 3/8.9.12-32, gegenereerd in een beschrijfbaar tekstvenstertje. U kunt dus onmiddellijk wijzigingen en toevoegingen aanbrengen, net zoals in "Kladblok". Daarnaast biedt het venster van de "Component list" een aantal nuttige knoppen:

– Options
  Met "Collect values" worden identieke onderdelen verzameld tot een regel als:
  R1,R2,R3 = 3 x 1 k
  Met "File data" wordt de onderdelenlijst uitgebreid met de datum, de tijd, het bestandspad en de paginanaam.
– Sort groups
  Met "Quantity" worden onderdelen die het meest in het schema voorkomen boven in de onderdelenlijst geplaatst. Met "Alphabetical" wordt de onderdelenlijst alfabetisch weergegeven.

**8.9 Software voor de ontwerper**

– Border for printout
  Met deze optie kunt u de boven- en linkermarges van de printpagina instellen.
– Print
  De onderdelenlijst wordt geprint op uw standaard printer.
– Clipboard
  De onderdelenlijst wordt als TXT-bestand in het klembord van Windows geplaatst.
– Open
  Hiermee kunt u een onderdelenlijst, die u ooit bewaard heeft, weer oproepen.
– Save
  De onderdelenlijst wordt op uw harde schijf bewaard als RTF-tekstbestand, het “Rich Text Format” dat u in de meeste Windows-tekstverwerkers kunt openen.
– Close
  Het venster van de onderdelenlijst wordt afgesloten.

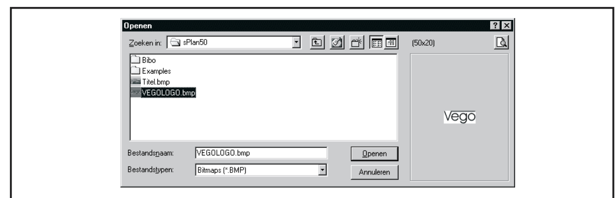



**Figuur 3/8.9.12-32:** Het venster van de “Component list”.

# Overige functies

**Inleiding**
We hebben al heel wat functies van “sPlan” beschreven, maar dit programma biedt nog veel meer. In deze paragraaf voeren wij u door de vaak achter onduidelijke menu’s verborgen interessante extra functies van dit programma.

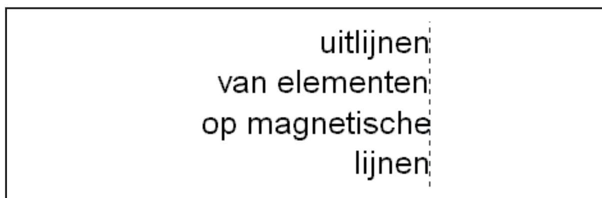
**Import bitmaps**
Via het gereedschap “Bitmap” van figuur 3/8.9.12-9 kunt u illustraties in uw schema verwerken. De illustraties moeten in het BMP-formaat aanwezig zijn en niet breder zijn dan een paar honderd pixels. Na het aanklikken van het gereedschap verandert de cursor in een klein bitmapje. U klikt op de plaats waar u de illustratie in het schema wilt invoegen. Na een klik met de linker muisknop verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-33 in beeld, waarin u het BMP-bestand kunt laden. U ziet meteen een “preview” van de afbeelding. Na klik op “OK” wordt de bitmap in uw schema ingevoegd. Het wordt een “sPlan”-element en u kunt het op de beschreven manier verplaatsen of vergroten en verkleinen.




**Figuur 3/8.9.12-33:** Via dit venster selecteert u een bitmap die u in uw schema kunt invoegen.

**Magnetische lijnen**
Een vernieuwing in versie 5.0 is de optie “Magnetic lines”. Met deze optie kunt u een horizontale of verticale lijn in uw schema aanbrengen. Elementen die u

naar de lijn verplaatst, worden “aangetrokken” door de lijn. Op deze manier kunt u vrij eenvoudig elementen horizontaal of verticaal uitlijnen, zie figuur 3/8.9.12-34. U krijgt toegang tot deze handige optie via het menu “Functions” en de opties “New magnetic line vertical” en “New magnetic line horizontal”. De lijn wordt op een bepaalde plaats in uw schema gezet. U verplaatst ze door er met de muis op te klikken en met ingedrukte linker muisknop naar de gewenste plaats te verschuiven. Deze lijnen zijn hulplijnen die niet in het schema worden opgenomen en dus ook niet worden afgedrukt.
De “Magnetic lines” kunt u trouwens ook gebruiken in de “Component editor”.



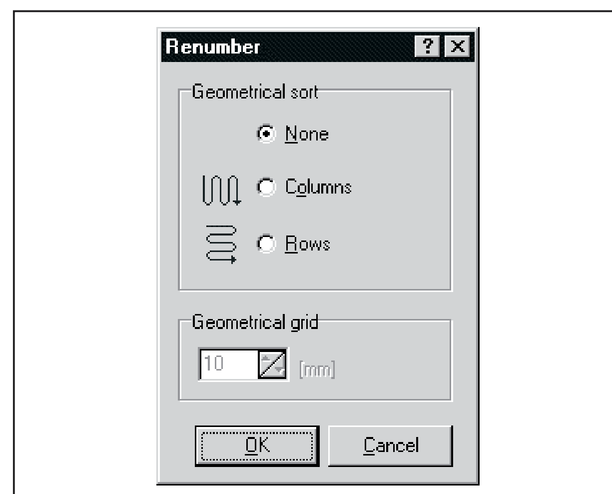

**Figuur 3/8.9.12-34:** Met de optie “Magnetic lines” kunt u elementen snel horizontaal of verticaal uitlijnen.

## Renumber components

Met deze functie kunt u alle onderdelen in uw schema of project opnieuw automatisch laten hernummeren. Een handige functie, want het kan natuurlijk voorkomen dat, door het verwijderen of tussenvoegen van een of meerdere componenten, de oorspronkelijke nummering niet meer klopt. U activeert deze functie via het menu “Functions” en de optie “Renumber components”. In het eerste venster, zie figuur 3/8.9.12-31, wordt gevraagd welke pagina’s in de hernummering betrokken moeten worden. Na klik op “OK” verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-35. Hier kunt u met “Geometric sort” de gewenste volgorde van het hernummeren instellen:

– None
  De componenten worden hernummerd in de volgorde waarin zij in het schema werden getekend.
– Columns
  De componenten worden per “kolom” van onder naar boven hernummerd.
– Rows
  De componenten worden per “rij” van links naar rechts hernummerd.

Met de optie “Geometrical grid” kunt u de breedte van de “kolommen” en de “rijen” instellen die het algoritme toepast bij het opzoeken van de componenten.



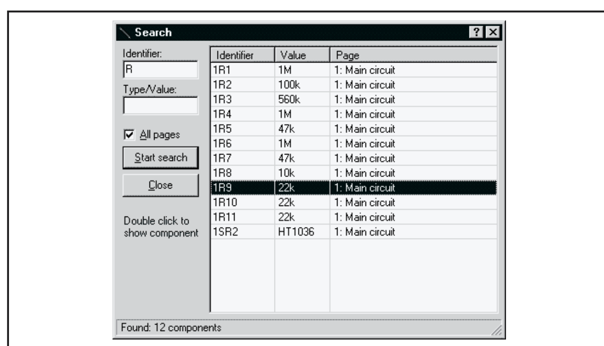

**Figuur 3/8.9.12-35:** In dit venster stelt u de geometrie in waarmee de componenten worden hernummerd.

## Component search

In het menu “Edit” treft u de nieuwe optie “Search components” aan. Met deze functie kunt u uw project doorzoeken naar één bepaald onderdeel. In het venster van figuur 3/8.9.12-36 vult u de “Identifier” in en eventueel de

**8.9 Software voor de ontwerper**

"Type/Value". Aanvinken van de optie "All pages" breidt de zoekactie uit tot alle pagina's van het actuele project. Het schema of alle schema's van het project worden doorzocht naar de zoekcriteria, de gevonden componenten verschijnen in het venster. Dubbelklikken op een van de gevonden items zet de pagina in beeld met het gezochte onderdeel in paars weergegeven.

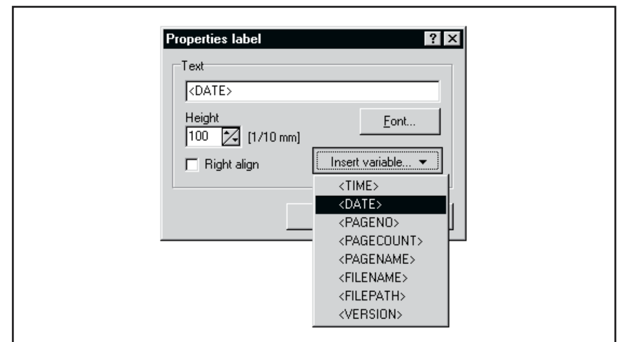



**Figuur 3/8.9.12-36:** Via dit venster kunt u naar één specifiek onderdeel zoeken.

**Belangrijke opmerking**. De waarden in de kolom "Value" van figuur 3/8.9.12-36 kunt u aanpassen. De wijzigingen worden in het schema opgenomen na het sluiten van het venster. Op deze manier kunt u dus heel snel alle onderdelen van een waarde voorzien.

**Text variables**
Ook nieuw in versie 5.0 van "sPlan" is de mogelijkheid in tekstlabels bepaalde variabelen op te nemen. U opent het gereedschap "Label", zie figuur 3/8.9.12-9. In plaats van in het vakje "Text" een tekst in te vullen selecteert u de gewenste variabele in het lijstje "Insert variable", zie figuur 3/8.9.12-37. U kunt kiezen uit:

– <TIME>
  Voegt de tijd in, afgeleid van de klok-chip in uw PC.



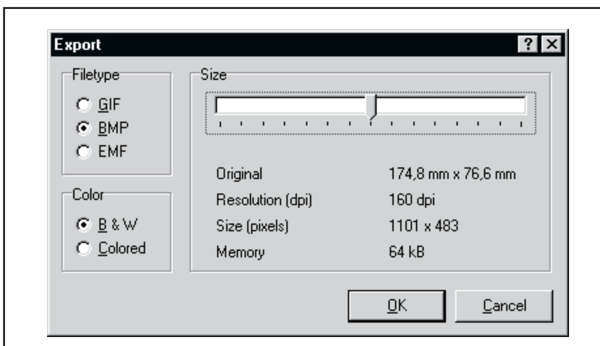

**Figuur 3/8.9.12-37:** Nieuw in versie 5.0 is de mogelijkheid bepaalde variabelen in een tekstveld in te voeren.

– <DATE>
  Voegt de datum in.
– <PAGENO>
  Voegt het nummer van de pagina in het project in.
– <PAGECOUNT>
  Voegt het totaal aantal pagina's in het project in.
– <PAGENAME>
  Voegt de naam van de pagina in.
– <FILENAME>
  Voegt de bestandsnaam van de pagina in.
– <FILEPATH>
  Voegt het volledig pad in, zoals C:\\abacom\splan50\examples\knipperlicht.spl.
– <VERSION>
  Voegt het versienummer van "sPlan" in.

U kunt deze variabelen combineren met vaste teksten. Een expressie als:
Pagina <PAGENO> van <PAGECOUNT> pagina's
wordt in uw schema weergegeven als:
Pagina 1 van 4 pagina's

**Schema's exporteren**
De door u getekende schema's kunt u exporteren als GIF, BMP of EMF. Deze

functie vindt u in het menu “File” onder de optie “Export”. GIF en BMP zijn twee pixelformaten, EMF is een vectorformaat. De kwaliteit van dit laatste formaat is veel beter, maar niet alle Windows-programma’s ondersteunen het importeren van EMF. Met export naar GIF of BMP loopt u uiteraard geen risico, want deze formaten worden door iedere applicatie ingelezen. In het venstertje van figuur 3/8.9.12-38 selecteert u eerst via “Filetype” het soort grafiekformaat van de export.

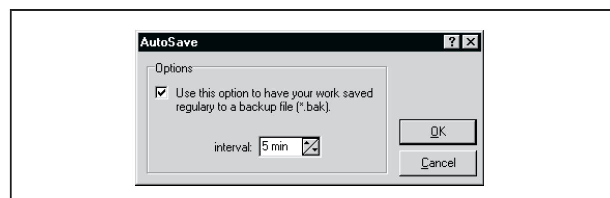



**Figuur 3/8.9.12-38:** Via dit venster exporteert u uw schema’s naar GIF, BMP of EMF.

Als u voor GIF of BMP kiest moet u in “Size” de resolutie van de bipmap instellen. De schaal gaat van 20 dpi tot 300 dpi. Uw keuze heeft nogal wat invloed op de grootte van het exportbestand. Exporteert u bijvoorbeeld ons meesterwerk “Knipperlicht.spl” naar BMP, dan varieert de bestandsgrootte van 1 kB tot 228 kB. De verschillen worden nog groter als u met “Color” kiest voor kleur (“Colored”). In dat geval varieert de bestandsgrootte van 24 kB (20 dpi) tot 5,4 MB (300 dpi). Werkt u met “Word”, dan weet u wat een ellende het oplevert als u een bitmap van meer dan 5 MB in dat programma inleest. Kortom, bij de export van uw schema’s moet u heel goed nadenken over de noodzakelijke resolutie. Exporteert u uw schema bijvoorbeeld naar GIF voor publicatie op internet, dan is het onzin om de breedtemaat (“Size”) hoger te kiezen dan 500 pixels. Het venster van de “Internet Explorer” is bij de meeste PC’s immers niet breder dan 800 pixels en een illustratie met een breedte van 500 pixels vult bijgevolg vrijwel de volledige breedte van het Internetvenster.

**AutoSave**

Met deze functie, te vinden in het menu “File”, zorg u ervoor dat “sPlan” om de zoveel minuten uw project automatisch opslaat op uw harde schijf. De back-up wordt bewaard met de extensie .BAK en dat betekent dat uw ontwerp, bewaard als .SPL, niet wordt aangetast. Vergeet dus toch niet regelmatig uw project te saven. In het venstertje van figuur 3/8.9.12-39 kunt u het tijdsinterval tussen twee automatische back-up’s instellen.

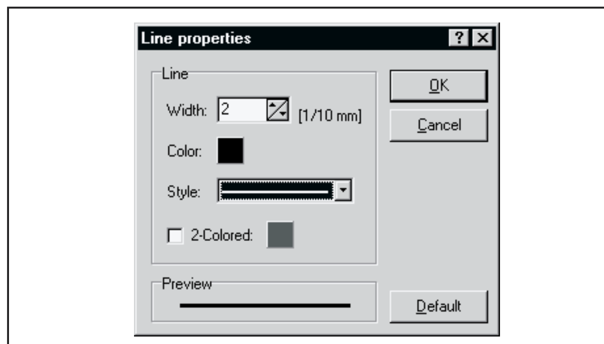



**Figuur 3/8.9.12-39:** Het venster waarmee u de automatische back-up’s instelt.

**Line properties**

Als u in uw schema een lijn aanklikt met de rechter muisknop en in het pop-up venster de functie “Properties” aanklikt, verschijnt het venster van figuur 3/8.9.12-40 op uw monitor. Hier kunt u de dikte van de lijn instellen (“Width”), de kleur (“Color”) en de stijl (“Style”). Als u bij “Style” een stippelijn heeft geko-

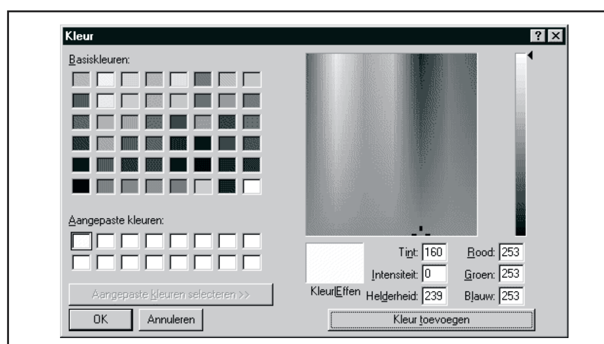
zen dan kunt u door het aanvinken van "2-Colored" deze lijn in twee kleuren weergeven.




**Figuur 3/8.9.12-40:** Het instellen van de parameters van een lijn.

### Colouring elements

In de meeste gevallen zult u uw schema monochroom tekenen: alle onderdelen en lijnen in het zwart. Voor educatieve doeleinden kan het echter handig zijn bepaalde delen van een schema in een kleurtje weer te geven. Ook dát is geen probleem in versie 5.0 van "sPlan". Klik met ingedrukte Shift-toets alle verbindingslijnen en onderdelen aan die in een kleur moeten worden weergegeven, ga nadien naar het menu "Functions" en selecteer de optie "Colorize elements". In het venster van figuur 3/8.9.12-41 selecteert u nadien de kleur van de verbindingslijnen en componenten.



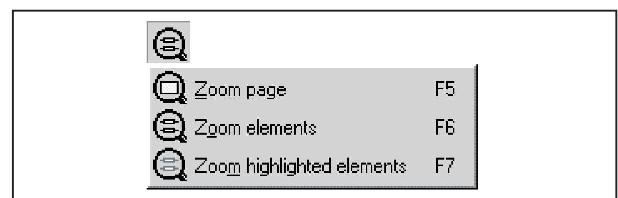

**Figuur 3/8.9.12-41:** Via dit venster kunt u uw schema inkleuren.

### Line and fill presets

Lijnen die u in "sPlan" tekent hebben een dikte van 0,2 mm, vlakken worden gevuld met volzwart. Dit zijn de default-instellingen van het programma. U kunt echter deze default-waarden veranderen. Ga naar het menu "Options" en selecteer de opties "Line preset" en "Fill preset". In de vensters die reeds zijn voorgesteld in de figuren 3/8.9.12-26 en -40 kunt u nieuwe default-waarden invullen. Deze waarden worden in een INI-bestand opgeslagen en bij het opstarten van "sPlan" ingelezen. Door het klikken op de knoppen "Default" in de genoemde vensters worden de originele default-waarden hersteld.

### Het Zoom-gereedschap

In de knoppenbalk onder de menu's ziet u rechts een vergrootglaasje staan. Klikken op dit pictogram levert een pop-up venster op, zie figuur 3/8.9.12-42, waarin u de "Zoom" kunt instellen.



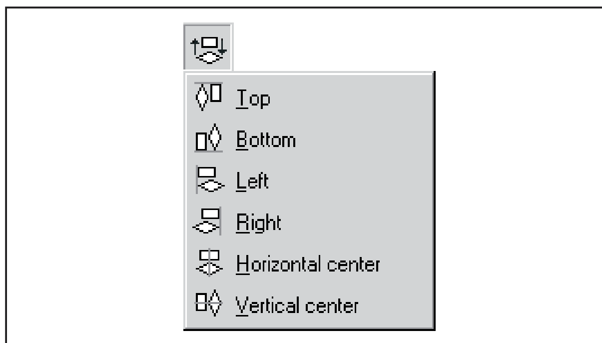

**Figuur 3/8.9.12-42:** Met het zoom-gereedschap kunt u snel omschakelen van detail naar volledige weergave van de pagina.

- Zoom page
  De volledige pagina komt in beeld.
- Zoom elements
  Alleen het "gevulde" deel van de pagina komt in beeld.
- Zoom selected elements
  Alleen de elementen en symbolen die u heeft geactiveerd (linker muisknop) komen in beeld.

**"Align"-gereedschap**
"sPlan" beschikt over handige gereedschappen voor het horizontaal en verticaal uitlijnen van twee of meer elementen. Klikken op het pictogram in de knoppenbalk dat in figuur 3/8.9.12-43 is voorgesteld, levert een pop-up venster met zes selecties:

– Top;
– Bottom;
– Left;
– Right;
– Horizontal center;
– Vertical center.

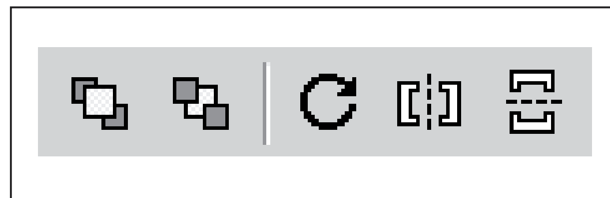
Met deze knoppen kunt u twee of meer geselecteerde elementen heel nauwkeurig uitlijnen. De betekenis van de zes selecties is, dank zij de veelzeggende pictogrammen, onmiddellijk duidelijk.




**Figuur 3/8.9.12-43:** Met het "Align"-gereedschap kunt u twee of meer geselecteerde elementen onderling uitlijnen.

**Roteren en spiegelen**
Met de in figuur 3/8.9.12-44 voorgestelde pictogrammen uit de bovenste knoppenbalk kunt u (van links naar rechts):

– To front
  Geselecteerde elementen naar de voorgrond verplaatsen.
– To back
  Geselecteerde elementen naar de achtergrond verplaatsen.
– Rotate
  Geselecteerde elementen 90° in uurwijzerzin roteren. Als u de Shift-toets ingedrukt houdt, blijven geroteerde teksten leesbaar.
– Mirror horizontal
  Geselecteerde elementen rond de horizontale as spiegelen.
– Rotate vertical
  Geselecteerde elementen rond de verticale as spiegelen.



**Figuur 3/8.9.12-44:** De knoppen waarmee u elementen kunt roteren, spiegelen en naar de voor- of achtergrond kunt verplaatsen.

**Groeperen en degroeperen**
Zoals reeds geschreven werkt "sPlan" op basis van vectorgrafiek en bestaat alles dat u tekent uit primitieve elementen zoals lijnstukken, cirkels en cirkelsegmenten. We hebben bij de bespreking van de "Component editor" al uitgelegd hoe u symbolen van componenten eerst moet degroeperen om er iets aan te wijzigen. Ook op het tekenvel van "sPlan" kunt u elementen groeperen en degroeperen. In de bovenste knoppenbalk ziet u twee pictogrammen met de symbolen van een gesloten en een open hangslot. Als u een aantal symbolen tot één groep wilt verenigen maakt u ze eerste actief door ze met ingedrukte Shift-toets aan te klikken. Nadien klikt u op het pictogram met gesloten hangslot. Vanaf dat moment vormen deze symbolen één geheel en alle bewerkingen worden uitgevoerd op de volledige groep. Met het picto-

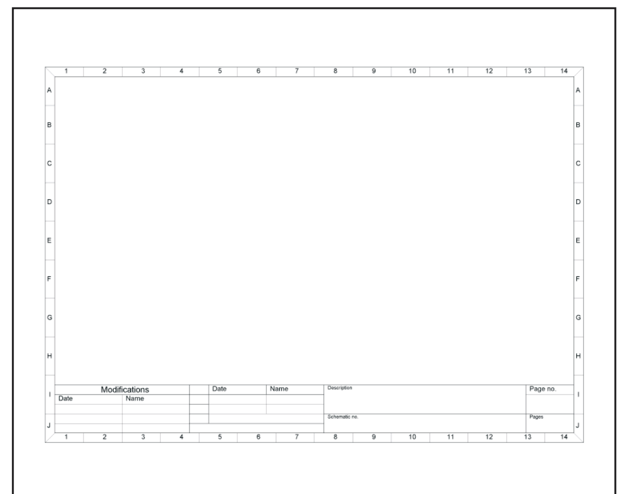
gram met een open hangslot kunt u de gegroepeerde symbolen uiteraard weer degroeperen. Beide functies zijn ook beschikbaar in het menu “Functions”, namelijk als “Build group” en “Split group”.

**Bewerkingen op pagina’s**
Via het menu “Page” kunt u:
– Create new page
  Een nieuwe pagina aan uw project toevoegen. Iedere pagina krijgt een tabblad, zie figuur 3/8.9.12-2, en u kunt de afmetingen van iedere pagina individueel instellen.
– Delete page
  De actuele pagina uit het project verwijderen.
– Page properties
  De eigenschappen van een pagina aanpassen.
– Copy page
  De actuele pagina kopiëren, overigens kopieert u alleen de eigenschappen en niet wat u op de pagina heeft getekend.
– Move page to ..
  De volgorde van de pagina’s in het project veranderen.
– Save page to file
  De actuele pagina bewaren op uw harde schijf. Pagina’s worden afzonderlijk bewaard als BLT-bestanden.
– Load page from file
  Een pagina op uw harde schijf aan uw project toevoegen.

De twee laatstgenoemde opties zijn zeer handig en kunnen u veel tijd besparen. Stel dat u in een bepaald project de voeding op een eigen pagina tekent. U kunt dan het schema van deze voeding als BLT-bestand bewaren. Heeft u voor een ander project een vrijwel identieke voeding nodig, dan plakt u de voedingspagina simpelweg aan uw project en kunt u de noodzakelijke wijzigingen aanbrengen.

# Achtergrond-sjablonen

**Inleiding**
Bij de korte bespreking van de eigenschappen van “sPlan” hebben wij het reeds gehad over de zogenaamde “achtergrond-sjablonen”. In figuur 3/8.9.12-45 is zo’n sjabloon voorgesteld. “sPlan” wordt geleverd met vier standaard sjablonen, die u uiteraard kunt aanpassen.
Zo’n sjabloon kunt u beschouwen als een extra tekenvel, dat achter het tekenvel zit waarop u uw schema ontwerpt. Wijzigingen die u in het sjabloon aanbrengt, hebben geen invloed op uw schema en vice versa.




**Figuur 3/8.9.12-45:** Een van de vier sjablonen die bij “sPlan” worden geleverd.

**Een sjabloon laden**
Een sjabloon moet u in ieder geval laden voordat u met het tekenen van het schema begint. De vier meegeleverde sjablonen gaan uit van een A4 papierformaat. Ga naar het menu “Forms” en selecteer

de optie “Load form from file”. In een standaard “Openen”-venster kunt u een van de vier voorbeelden laden.

### Het sjabloon aanpassen

Natuurlijk moet u in het sjabloon gegevens invullen. Ga hiervoor naar het menu “Forms” en selecteer de optie “Edit form”.

**Opgelet!** U ziet de achtergrondkleur van het tekenvel veranderen van licht geel naar licht grijs. ***Dit is een waarschuwing die u er op attent maakt dat u nu geen schema kunt tekenen***, maar alleen het sjabloon kunt bewerken! Alles dat u namelijk nú tekent, wordt opgenomen in het sjabloon en niet in het schema!

### Het sjabloon bewaren

Nadat u alle gegevens hebt ingevuld is het verstandig het sjabloon voor toekomstig gebruik te bewaren. Ga weer naar het menu “Forms” en selecteer de optie “Save form to file”.

### Het schema tekenen

U kunt nu beginnen met het tekenen van het schema.

**Opgelet!** U moet echter eerst naar het menu “Forms” en het vinkje naast “Edit form” wegklikken. ***U ziet de achtergrondkleur van het tekenvel weer veranderen naar licht geel en nu zit u dus weer terug in de modus waarin u uitsluitend in het schema kunt tekenen.***

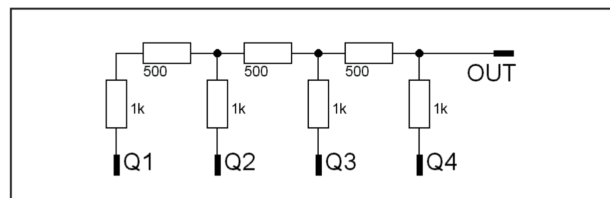
## Componenten ontwerpen

### Inleiding

Hoewel “sPlan” versie 5.0 voor vrijwel ieder onderdeel een symbool in de bibliotheek heeft, zal het af en toe voorkomen dat u toch een symbool van een zelden gebruikt onderdeel mist. Geen probleem, want u kunt op een heel eenvoudige manier eigen onderdelen ontwerpen en aan de bibliotheek toevoegen. Correcter is te schrijven “op diverse eenvoudige manieren”, want u kunt op drie verschillende manieren eigen onderdelen ontwerpen. Laten we die drie methodes even aan u presenteren.

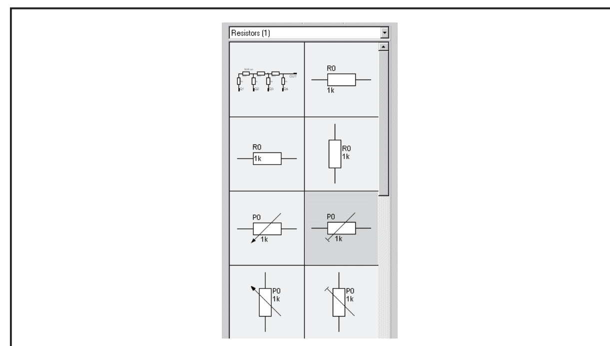
### Methode 1: vanuit het schema

Stel dat u vaak een R/2R-netwerk in uw schema’s moet gebruiken. U opent een nieuwe pagina en tekent het netwerk, zie figuur 3/8.9.12-46.




**Figuur 3/8.9.12-46:** Met “sPlan” tekent u snel dit R/2R-netwerkje.

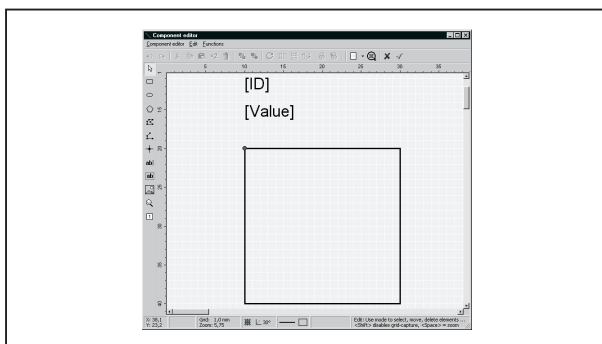
Selecteer vervolgens alle elementen en open uit het menu “Components” de optie “Create component from seletion”. Onmiddellijk verschijnt het “Properties component”-venster (zie figuur 3/8.9.12-13) in beeld.




**Figuur 3/8.9.12-47:** Uw R/2R-netwerk wordt toegevoegd aan de actuele bibliotheekpagina “Resistors (1)”.

U kunt hier de eigenschappen van het nieuwe onderdeel invullen, waarbij u in ieder geval in het venster “Identifier” iets moet invullen. Na klik op “OK” is het R/2R-netwerk aan “sPlan” bekend als onderdeel. Ga vervolgens weer naar het menu “Components” en klik de optie “Add component(s) to library”. Het nieuwe onderdeel wordt opgenomen in de bibliotheekpagina die op dit moment is geopend, zie figuur 3/8.9.12-47.

**Methode 2: via het menu “Library”**
Deze methode is geschikt als u een geheel nieuw onderdeel moet ontwerpen. Ga naar het menu “Library” en klik de optie “Create new component” aan. Het “Properties component” venster verschijnt, u vult de eigenschappen van het nieuw onderdeel in.
Via de knop “Editor” komt u in het bekende venster “Component editor”. Hierin staat alleen een vierkant en het bekende rode puntje, zie figuur 3/8.9.12-48. U kunt dit vierkant verwijderen en met de ter beschikking staande tekengereedschappen uw nieuw onderdeel ontwerpen. Na het sluiten van het venster wordt het onderdeel automatisch opgenomen in de geopende pagina van de bibliotheek.

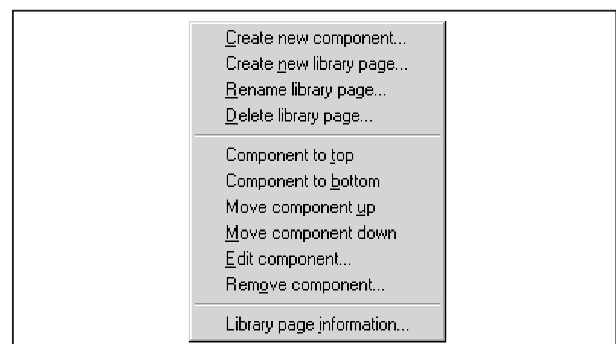



**Figuur 3/8.9.12-48:** In het “Component editor”-venster kunt u uw nieuw onderdeel ontwerpen.

**Methode 3: via een bestaand symbool**
U laadt een symbool dat lijkt op uw nieuw symbool in het tekenvel. Nadien roept u de “Component editor” op (rechter muisknop) en wijzigt het symbool. Na verlaten van dit venster ziet u de wijzigingen op het tekenvel. Via het menu “Components” en de optie “Add component(s) to library” slaat u het nieuwe onderdeel in de bibliotheekpagina op.

# Werken met de bibliotheek

**Inleiding**
Een van de grote vernieuwingen in versie 5.0 van “sPlan” is dat u uitgebreid met de bibliotheek kunt spelen. In het menu “Library” staat een heleboel opties, zie figuur 3/8.9.12-49.




**Figuur 3/8.9.12-49:** De opties van het menu “Library”.

– Create new component
  De reeds besproken optie waarmee u nieuwe symbolen ontwerpt.
– Create new library page
  Voegt een nieuwe pagina, die u een naam moet geven, aan de bibliotheek toe.

- Rename library page
  U kunt de actuele pagina een andere naam geven.
- Delete library page
  U kunt de actuele pagina uit de bibliotheek verwijderen.
- Component to top
  Het aangeklikte onderdeel wordt als eerste in het venster gezet.
- Component to bottom
  Het aangeklikte onderdeel wordt als laatste in het venster gezet.
- Move component up
  Het aangeklikte onderdeel schuift één plaats op naar boven.
- Move component down
  Het aangeklikte component gaat één plaats naar onder.
- Edit component
  Opent het "Properties component"-venster.
- Remove component
  Verwijdert het aangeklikte component uit de pagina.
- Library page information
  Opent een venstertje waarin de gegevens van de pagina staan: de naam, de bestandsnaam, het aantal symbolen en het pad.

**Display opties voor de bibliotheek**
Onder het bibliotheekvenster treft u een kleine knoppenbalk aan (zie figuur 3/8.9.12-50), waarmee u de weergave van de bibliotheekpagina's kunt beinvloeden.

- +, -
  Met deze twee pictogrammen kunt u het aantal kolommen instellen in het bibliotheekvenster. Het bereik loopt van een tot tien.
- Abcd
  Zet de "Component description" (de naam) wel of niet onder de symbolen.
- Pijltje op, pijltje neer
  Hiermee scrollt u door de pagina's van de bibliotheek.
- Boek - User
  Met dit pictogram kunt u een van de bibliotheken openen.



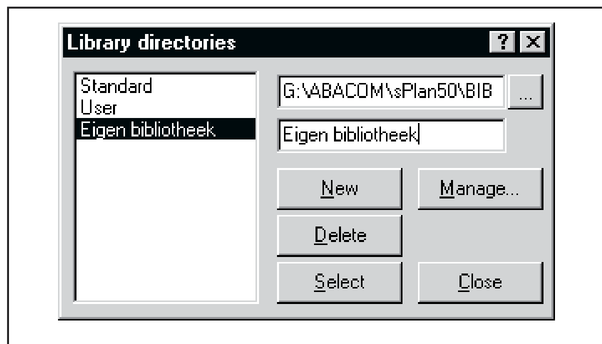
**Figuur 3/8.9.12-50:** Met deze pictogrammen kunt u de weergave in het bibliotheekvenster aanpassen.

**Meerdere bibliotheken**
Een van de vernieuwingen in versie 5.0 is dat u de mogelijkheid heeft diverse bibliotheken aan te leggen. Het programma wordt geleverd met twee bibliotheken:

- Standard
  Dit is de default-bibliotheek, samengesteld door de ontwerpers.
- User
  Deze bibliotheek bevat pagina's die zijn samengesteld door gebruikers van "sPlan".

**Nieuwe bibliotheek aanmaken**
Het kan nuttig zijn een eigen bibliotheek aan te maken, waarin u alleen die pagina's opbergt die u in de praktijk écht gebruikt. Dan moet u ergens op uw harde schijf een nieuwe directory aanmaken, bijvoorbeeld met de Windows Explorer. Klik vervolgens op het boekpictogram onder in het bibliotheekvenster. In het venster van figuur 3/8.9.12-51 klikt u op "New" en zoekt in het bovenste kader naar de door u aangemaakte directory. Vul nadien in het onderste invulvakje een naam voor uw

nieuwe bibliotheek in. Met de knop “Select” kunt u een van de bibliotheken activeren.

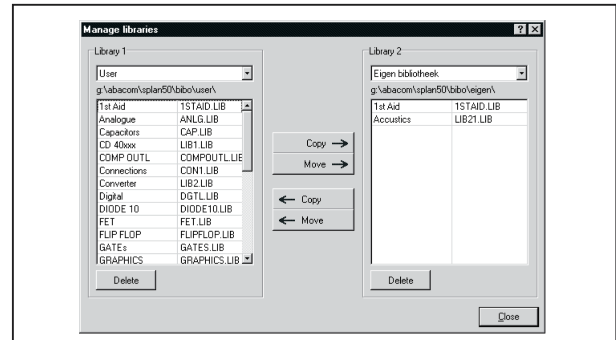



**Figuur 3/8.9.12-51:** Met dit venster kunt u omschakelen tussen de beschikbare bibliotheken of een nieuwe bibliotheek aanmaken.

**Bibliotheek management**

Natuurlijk is uw eigen bibliotheek nog leeg. Klik in het venster van figuur 3/8.9.12-51 op de knop “Manage”. U ziet nu het venster van figuur 3/8.9.12-52 verschijnen.

Met deze “Manage libraries” kunt u op een comfortabele manier uw eigen bibliotheken inrichten. In het linker venster opent u een van de “volle” bibliotheken, in het rechter uw eigen nog lege bibliotheek. U kunt links pagina’s aanklikken die u met een druk op de pijltjesknoppen kopieert naar uw eigen bibliotheek.




**Figuur 3/8.9.12-52:** Met deze “Manage libraries” kunt u uw eigen bibliotheek vullen met pagina’s uit andere bibliotheken.

# Nadere informatie

De software van Abacom wordt in Nederland en België uit voorraad geleverd door:

Vego VOF
Postbus 32014, 6370 JA Landgraaf
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.vego.nl/abacom

## 8.9 Software voor de ontwerper

# 3/97

# Experimenteren met de universele analoge trainer

---

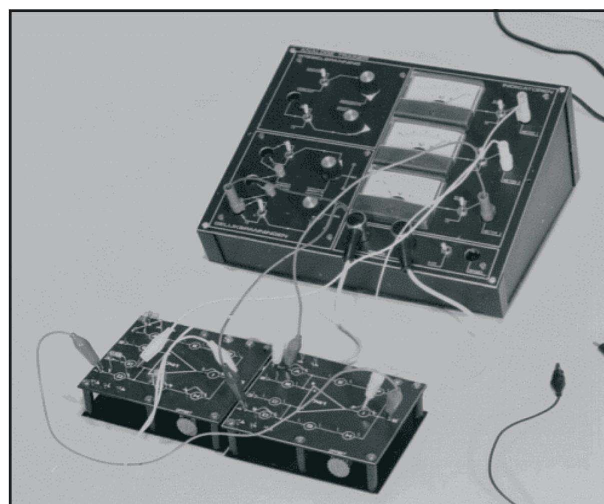
**Inhoud**

# 3/97.1

# Inleiding

**Al experimenterend leren**
In dit deel van "Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek" gaan we u, aan de hand van de in hoofdstuk 4/7.43 beschreven "universele analoge trainer" in een dertigtal hoofdstukjes spelenderwijs vertrouwd maken met zowat alle toepassingen van operationele versterkers, die u maar kunt bedenken. De eerste hoofdstukken zullen voor de meeste lezers misschien gesneden koek zijn, maar naarmate onze experimenten vorderen zullen ongetwijfeld schakelingen rond op-amp's aan de orde komen, waar u nog nooit van gehoord heeft.
Alle experimenten worden opgebouwd op maximaal twee van de in hoofdstuk 4/7.43 beschreven universele experimenteerprintjes, zie figuur 3/97.1-1. Op iedere print is al een standaard op-amp van het type 741 aanwezig. Uiteraard kunt u de beschreven schakelingen zonder meer ook rond andere (modernere) typen op-amp's opbouwen in uw eigen schakelingen. Omdat op-amp's, op dit niveau, vrijwel identieke eigenschappen hebben, zullen uw schakelingen gegarandeerd werken.

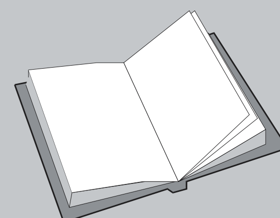
**Wat is een op-amp?**
Overbodige vraag, misschien, maar een serie zoals deze hoort nu eenmaal met het antwoord op deze vraag te starten.



**Figuur 3/97.1-1:** Experimentele elektronica met onze universele analoge trainer.

En, wie weet, misschien steekt u er toch nog iets van op. Een operationele versterker is een geïntegreerde schakeling,

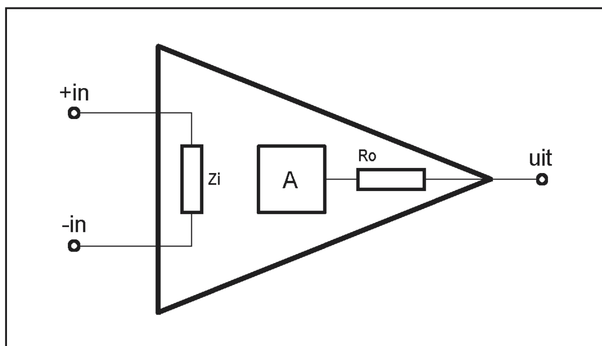
**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 3/12**
**Hoofdstuk 4/7.43**



**97.1 Inleiding**

opgebouwd uit weerstanden, dioden, transistoren en soms een condensatortje, die door haar interne structuur ideaal is voor het versterken van spanningen.
Naast de noodzakelijke voedingsaansluitingen en enige hulpaansluitingen heeft een op-amp steeds **twee ingangen** en **een uitgang**. Eén ingang noemt men de niet-inverterende of positieve ingang, de ander is de inverterende of negatieve ingang. Een op-amp is in wezen een verschilversterker: hij versterkt het spanningsverschil dat optreedt tussen zijn beide ingangen.

**Eigenschappen**
Een operationele versterker wordt gekenmerkt door een aantal eigenschappen, die schematisch voorgesteld worden in figuur 3/97.1-2.




**Figuur 3/97.1-2:** Het driehoekige symbool van een op-amp, met er in getekend de belangrijkste karakteristieke grootheden.

**De versterkingsfactor**
In de eerste plaats hebben we te maken met de versterkingsfactor A, een waarde die aanduidt hoe vaak de op-amp het spanningsverschil tussen beide ingangen versterkt. De waarde van die versterkingsfactor van de op-amp zélf (die men dan ook vaak de open-lus versterkingsfactor noemt, dus de versterking zonder beïnvloeding van schakelingen rond het IC) is zeer groot. Hoe groter, hoe beter en vandaar dat er op-amp's in de handel zijn die liefst een half miljoen maal versterken! Een “normale” op-amp, zoals de 741, is wat bescheidener: zijn open-lus versterking ligt rond de 200.000. Dat is een onvoorstelbaar hoge waarde: een spanningsverschil van 1 mV tussen de ingangen zou theoretisch tot een uitgangsspanning van 200 V leiden, als de op-amp dergelijke spanningen zou kunnen opwekken! In de praktijk zal men dan ook meestal maatregelen moeten treffen om de versterking van de schakeling aan banden te leggen.

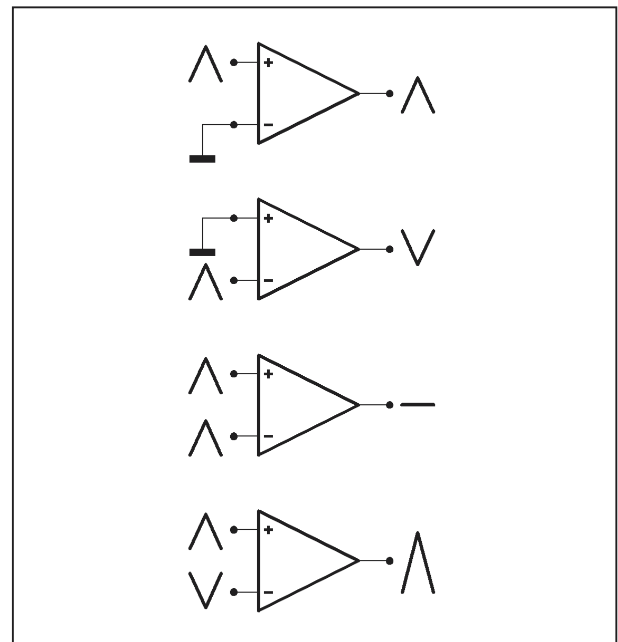
**De ingangsimpedantie**
De tweede grootheid is de ingangsimpedantie, in figuur 3/97.1-2 voorgesteld door Zi. Dat is de weerstand, die men tussen de beide ingangen aanwezig acht. Het heeft geen zin een ohmmeter aan te sluiten, de genoemde grootheid is wél aanwezig, maar niet met een dergelijke methode te meten. Zij is dan ook niet onder de vorm van een weerstandje in het IC aanwezig, maar is het resultaat van de werking van de ingangstrap van de schakeling. De ingangsimpedantie bepaalt wel de “last”, die voorgaande schakelingen van het IC ondervinden. Is Zi laag, dan zal het IC een grote stroom trekken uit de voorgaande schakeling, wat natuurlijk niet zo ideaal is. Vandaar dat ook deze grootheid van op-amp's zo groot mogelijk moet zijn. Tegenwoordig maakt men operationele versterkers, met een Zi van 15.000 MΩ! Dat zijn de zogenaamde BiMOS versterkers, opgebouwd met FET's aan de ingang. De 741 is ook hier vrij bescheiden: de ingangsimpedantie is “slechts” 2 MΩ.

**97.1 Inleiding**

**De uitgangsweerstand**
Een laatste belangrijke eigenschap is de uitgangsweerstand Ro. Ook dit is een schijnbare weerstand, niet als dusdanig aanwezig, maar zich uitend als de uitgang van het IC wordt belast. Deze belasting (bijvoorbeeld een volgende trap) vraagt stroom van de op-amp en het gevolg is dat over de Ro een spanning valt. De uitgangsspanning van de op-amp daalt. Hoe lager de uitgangsweerstand, hoe kleiner de spanningsdaling en hoe minder problemen er kunnen ontstaan. Vandaar de eis, dat Ro zo laag mogelijk moet zijn. Voor de 741 geldt een waarde van 75 Ω.

**Samenvatting**
Samengevat kunnen we stellen dat een operationele versterker wordt bepaald door:
– zijn versterkingsfactor A, die zo groot mogelijk moet zijn;
– zijn ingangsimpedantie Zi, die ook zo hoog mogelijk moet zijn;
– zijn uitgangsweerstand Ro, die zo laag mogelijk moet zijn.

**De sturing van een op-amp**
Meestal wordt een op-amp symmetrisch gevoed. Dat wil zeggen dat we op de positieve voedingsaansluiting een positieve spanning ten opzicht van de massa aansluiten en op de negatieve voedingspen een negatieve spanning ten opzicht van massa, die in absolute waarde even groot zijn. Typisch waarden zijn ±12 V of ±15 V. Onder invloed van de spanningen op de ingangen, kan de uitgang van de op-amp variëren tussen de beide voedingsspanningen, men spreekt dan van een symmetrische uitsturing van het IC.
Uit het feit dat een op-amp twee ingangen heeft, volgt dat men de schakeling op vier verschillende manieren kan aansturen. Deze zijn getekend in figuur 3/97.1-3.
– Als de negatieve ingang met de massa wordt verbonden en het te versterken signaal aan de positieve ingang wordt aangeboden, dan zal de uitgang in fase met de ingangsspanning variëren. Als de ingangsspanning stijgt, dan zal ook de uitgangsspanning stijgen.



**Figuur 3/97.1-3:** De vier verschillende sturingsmogelijkheden van een operationele versterker.

– Legt u de positieve ingang aan de massa en voert u het ingangssignaal toe aan de negatieve ingang, dan zal de uitgangsspanning in tegenfase zijn met de ingang. Stijgt de ingangsspanning, dan zal de uitgangsspanning dalen.
– Een derde sturing gaat uit van de gelijke spanningen op beide ingangen. Omdat de op-amp een verschilversterker is en er in dat geval geen span-

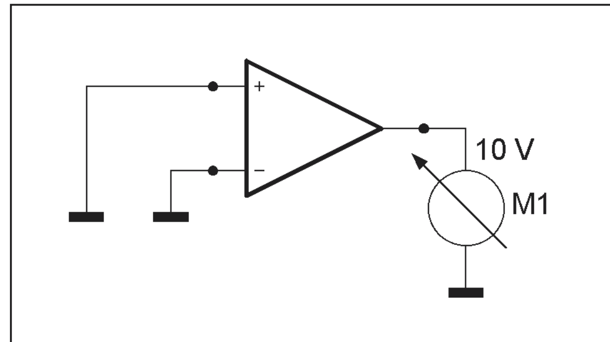
**97.1 Inleiding**

ningsverschil tussen beide ingangen bestaat, zal de uitgang geen signaal leveren.
– De vierde sturing gaat uit van tegengestelde signalen op beide ingangen. Als de spanning op de positieve ingang stijgt, dan zal tegelijkertijd de spanning op de negatieve ingang dalen. Het spanningsverschil tussen de ingangen is dan steeds maximaal en zo zal het ook gesteld zijn met de uitgangsspanning.

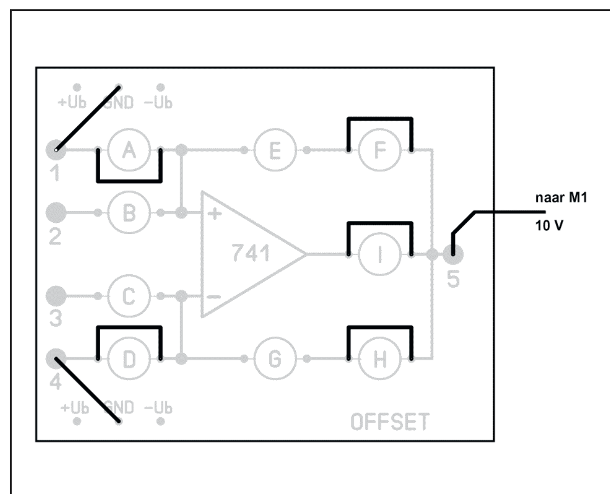
Uiteraard zijn de getekende schakelingen zeer sterke vereenvoudigingen. Zou men de op-amp zo gebruiken, dan zou door de grote versterkingsfactor van het IC de uitgang bij het geringste spanningsverschil tussen de ingangen vastlopen tegen een van de voedingsspanningen. Praktische versterkerschakelingen met operationele versterkers zijn alleen mogelijk door het inlassen van **tegenkoppelingen**. Door weerstanden tussen de uitgang en de negatieve ingang kan men de A van de op-amp terugbrengen tot bruikbare waarden.

## Het eerste experiment

In de vorige paragraaf stelden we dat een op-amp niet versterkt, als beide ingangen dezelfde spanning voeren. Dat kunnen we even uitproberen op de universele analoge trainer, door bijvoorbeeld beide ingang met de massa te verbinden. Het schema van dit schakelingetje is getekend in figuur 3/97.1-4, de bedrading op het experimenteerprintje volgt uit figuur 3/97.1-5.
Tussen de soldeerlipjes A, F, D. H en I worden draadjes gesoldeerd, de ingangen 1 en 4 gaan naar de massa-aansluitingen. Een van de drie meters wordt aangesloten op uitgang 5, de meterschakelaar staat op “10 V”.




**Figuur 3/97.1-4:** Het eerste experiment, waarmee u kunt onderzoeken of de schakeling inderdaad 0 V aan de uitgang levert als er geen verschilspanning tussen de ingangen staat.




**Figuur 3/97.1-5:** De bedrading op de experimenteerprint voor het eerste experiment.

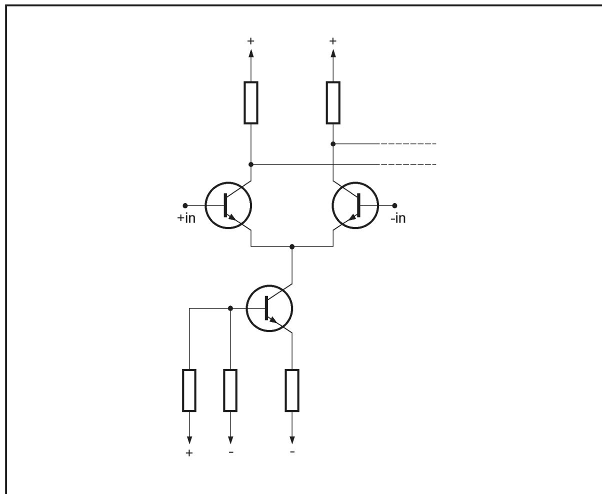
Als we nu de trainer inschakelen, stellen we vast dat de naald van de meter in de hoek vliegt. De uitgangsspanning van de schakeling is niet nul, zoals het zou horen, maar ongeveer +10 V of -8 V.
Hoe kan dat?

## De offset

Een slechte eigenschap van operationele versterkers speelt ons parten: de offset. Kijk even naar figuur 3/97.1-6, een een-

**97.1 Inleiding**

voudige voorstelling van de ingangstrap van een op-amp. Twee transistoren T1 en T2 zijn geschakeld als verschilversterker, dus met gemeenschappelijke emitteraansluiting. De basis van de ene vormt de positieve ingang van de op-amp, de basis van de andere de negatieve ingang. Beide transistoren geleiden, dus tussen de basis en de emitter staat de normale geleidingsspanning $U_{be}$ van ongeveer 0,7 V.




**Figuur 3/97.1-6:** Uit dit schema van de ingangstrap van een op-amp volgt de verklaring van het offset-verschijnsel.

In theorie zou $U_{be1}$ gelijk moeten zijn aan $U_{be2}$. In de praktijk is dat nooit het geval, want die parameter is afhankelijk van een heleboel factoren, zoals constructie van het IC, temperatuur van de omgeving, etc. Dat verschil in $U_{be}$'s wordt de offset van de op-amp genoemd.
De twee $U_{be}$'s worden door het IC geïnterpreteerd als een deel van het ingangssignaal. Als we beide ingangen aan de massa leggen, dan denkt het IC dat de positieve ingang op een spanning staat van $U_{be1}$ en de negatieve op een spanning van $U_{be2}$. Het geringste verschil tussen beide grootheden wordt 200.000 maal versterkt en leidt tot het volledig positief of negatief uitsturen van de schakeling. Vandaar de +10 V of -8 V aan de uitgang van het IC.

**Offset compensatie**
De offset is zeer ongewenst en vandaar dat alle op-amp's twee aansluitingen hebben, waarop een instelpotentiometertje wordt aangesloten en waarmee u de offset kunt compenseren. Op de rand van de experimenteerprint hebben we zo'n offsetcompensatie opgenomen. Draai voorzichtig aan dit potentiometertje. Op een bepaald moment vliegt de naald van de meter van de ene hoek van de schaal naar de andere. Dat punt is de goede instelling van de offsetcompensatie. Het is het overgangspunt van een positieve offset naar een negatieve. Dat we de uitgang van het IC niet op nul kunnen regelen is logisch. Zelfs een rest-offset van een fractie van een mV wordt 200.000 maal versterkt en stuurt de uitgang van de schakeling naar een van de voedingsspanningen.

**Besluit**
Een operationele versterker is een zeer goede versterker. Deze eigenschap heeft wel als nadeel dat u met de "naakte" schakeling niet zo veel kunt doen. In vrijwel alle gevallen zult u door het opnemen van weerstandsnetwerken tussen de in- en uitgangen de op-amp moeten dwingen dat te doen wat u ervan verwacht.

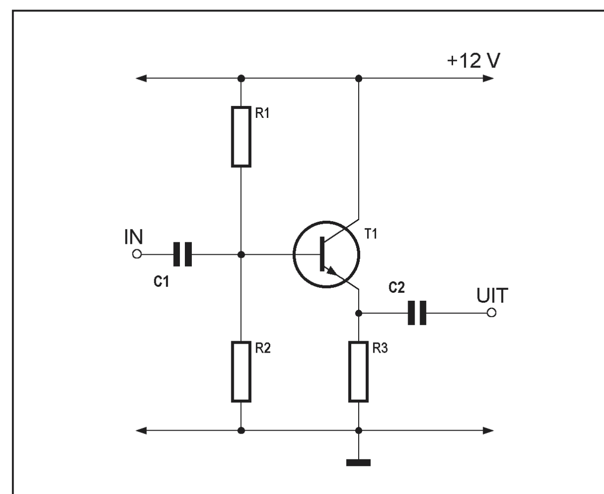
## 97.1 Inleiding

# 3/97.2

# De op-amp als buffer versterker

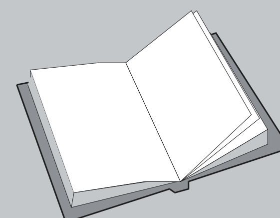
**Inleiding**
Buffer versterkers zijn schakelingen, die het aan de ingang aangeboden signaal zo min mogelijk beïnvloeden, maar wel als een soort van impedantie transformator werken. De ingangsimpedantie van een buffer is zeer groot, de uitgangsweerstand zeer laag. De spanningsversterking is gelijk aan één. Buffer versterkers worden daar gebruikt, waar rechtstreekse koppeling van de ene schakeling aan de andere schakeling problemen zou kunnen geven. Het eenvoudigste voorbeeld van een buffer is de emittervolger, zie figuur 3/97.2-1, vaak toegepast om kleine bromgevoelige signalen, zoals de uitgangsspanning van een microfoon, over een lange kabel te transporteren.

**De op-amp als buffer**
De schakeling van figuur 3/97.2-1 kost tóch nog zes kostbare onderdelen. Met een op-amp kunt u veel eenvoudiger een buffer versterker maken, wat vrij logisch is als u zich even de vrij hoge in- en vrij lage uitgangsimpedantie van het IC voor ogen haalt. De fundamentele schakeling van een op-amp buffer is de eenvoud zelve: het te bufferen signaal wordt aan de positieve ingang aangeboden, de negatieve ingang is rechtstreeks gekoppeld met de uitgang. Eén onderdeel, om precies te zijn! In figuur 3/97.2-2 is een testschema getekend, waarmee u de eigenschappen van zo'n buffer kunt opsporen.




**Figuur 3/97.2-1:** Het eenvoudigste voorbeeld van een buffer versterker is de emittervolger.

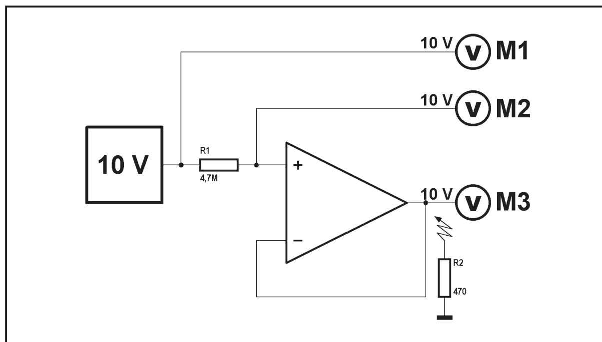
**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 3/12**
**Hoofdstuk 4/7.43**



**97.2 De op-amp als buffer versterker**

Aan de ingang sluit u een van de gelijkspanningsuitgangen van uw universele analoge trainer aan, geschakeld op het ±10 V bereik. De drie meetschakelingen staan eveneens op het ±10 V bereik.

De weerstand R1 van 4,7 MΩ wordt vast aangebracht, de weerstand R2 van 470 Ω wordt zo in de schakeling opgenomen, dat u hem even met de uitgang van het IC in contact kunt brengen als het experiment daarom vraagt. De twee weerstanden zijn niet nodig voor de buffer zélf, maar zijn hulpelementen om de drie belangrijke eigenschappen van de schakeling te kunnen meten: de versterkingsfactor, de ingangsimpedantie en de uitgangsweerstand.



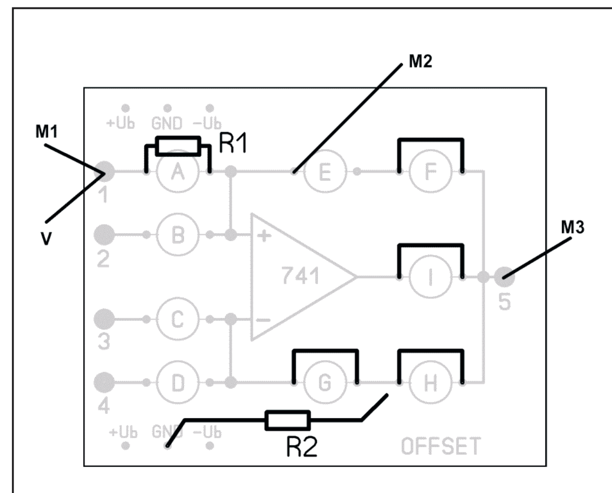

**Figuur 3/97.2-2:** De schakeling waarmee u de eigenschappen van een op-amp buffer versterker kunt onderzoeken.

### Het tweede experiment

Figuur 3/97.2-3 geeft de bedradingsopzet op uw experimenteerprintje. De drie verbindingen naar de drie meters en de ene verbinding naar de gelijkspanningsbron maakt u natuurlijk met de kabeltjes die u speciaal voor dit doel heeft gemaakt.

Bij het aanschakelen van de voedingsspanning zult u zien dat alle meters dezelfde spanning aanduiden. Wat kunt u hieruit afleiden?

– De spanningsversterking
  In de eerste plaats dat de spanningsversterking van de schakeling gelijk is aan één. 2 V aan de ingang geeft 2 V aan de uitgang.
– De ingangsimpedantie
  In de tweede plaats dat de ingangsimpedantie van de schakeling blijkbaar zeer hoog is. De ingang vraagt zo weinig stroom van de ingangsspanning, dat er over de toch zeer grote weerstand R1 geen meetbare spanningsval optreedt. Zou dat wel het geval zijn, dan zou M2 een lagere spanning aangeven dan M1. Uit dat spanningsverschil zouden we de stroom door R1 kunnen berekenen en bijgevolg ook de ingangsimpedantie van de buffer.




**Figuur 3/97.2-3:** De bedrading voor de buffer versterker op uw experimenteerprintje.

– De uitgangsweerstand
  Stel de ingangsspanning van de schakeling in op +5 V, verbindt het vrije einde van de weerstand R2 even met de uitgang en let op de meter M3. De naald verroert niet. Hieruit kunnen we besluiten dat de uitgangsweerstand van de buffer erg laag is. Immers, de

**97.2 De op-amp als buffer versterker**

belasting met een weerstand van 470 Ω doet een stroom van ongeveer 10 mA vloeien. Deze stroom komt uit de uitgang van de op-amp en loopt ook door de inwendige weerstand van de uitgang van de op-amp. Als deze weerstand bijvoorbeeld 10 Ω zou zijn, dan zou er door het aansluiten van de belastingsweerstand een spanningsval van 0,1 V aan de uitgang ontstaan, iets dat u zonder meer op M3 ziet. Nu verroert de naald van de meter niet eens, waaruit volgt dat de inwendige weerstand van de buffer erg laag is.

**Besluit**
Een buffer heeft een spanningsversterking van 1, een zeer hoge ingangsimpedantie en een zeer lage uitgangsimpedantie. Theoretisch komt het er op neer dat de waarde van de ingangsimpedantie van de "naakte" op-amp vermenigvuldigd wordt met de versterkingsfactor van de op-amp en de waarde van de uitgangsweerstand van de "naakte" op-amp gedeeld wordt door dezelfde factor.

**Verklaring van de werking**
Hoe is die ontzettend hoge versterkingsfactor van 200.000 door één simpele doorverbinding tussen de in- en de uitgang teruggebracht tot één? Dat is fysisch het makkelijkst aan te tonen door even te veronderstellen dat de op-amp erg traag werkt, of met ander woorden dat een spanning op de ingang niet dadelijk een spanning op de uitgang tot gevolg heeft. Als we dan opeens een spanning van bijvoorbeeld 1 V op de positieve ingang aansluiten, dan zal de uitgang eerst nog even nul blijven. Dat is dan ook de spanning op de negatieve ingang. Er ontstaat dus een spanningsverschil tussen de beide ingangen van niet minder dan 1 V, de op-amp gaat zijn volle 200.000 eenheden versterkingsfactor op dat spanningsverschil loslaten. De uitgangsspanning stijgt erg snel. Deze spanningsstijging vinden we echter dadelijk terug op de negatieve ingang. Het gevolg is dat het spanningsverschil tussen de beide ingangen steeds kleiner wordt. Op een bepaald moment is de uitgangsspanning gestegen tot bijna +1 V. Dan ontstaat er een spanningsverschil tussen de positieve en negatieve ingang van een fractie van een volt. Dat onmeetbaar klein spanninkje levert, na versterking met 200.000, een uitgangsspanning op, die op een haar na gelijk is aan de spanning op de ingang.

**Niet écht gelijk aan een**
Uit de bespreking van de werking van de buffer valt af te leiden, dat de versterking niet echt exact 1 is, maar een haartje minder. Dat zeer kleine verschilspanninkje zorgt immers voor de stabiele toestand van de schakeling.
Waarom zegt men dan toch steeds dat een buffer een versterking van 1 heeft? Omdat de afwijking werkelijk verwaarloosbaar is. Officieel is de spanningsversterking van een buffer gelijk aan:

**A'= A / (1 + A)**

waarin A' de versterking van de buffer is en A de versterking van de op-amp zélf. Vul deze formule maar eens in voor een 741 met zijn A van 200.000:

**A'= 200.000 / (1 + 200.000)**

**A'= 200.000 / 200.001 = 0,99999999....**

Een muggenzifter, die daar geen 1 van wil maken!

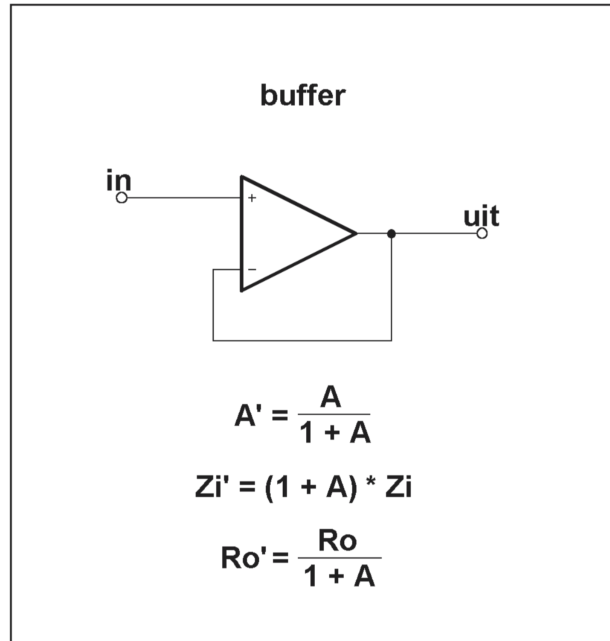
**Geen spanningsverschil tussen de ingangen**
Uit deze bespreking volgt een zeer belangrijke eigenschap van op-amp's. **Een**

**97.2 De op-amp als buffer versterker**

**schakeling waarin een op-amp zit zal steeds streven naar een minimaal spanningsverschil tussen de twee ingangen van de op-amp.** Omdat dit spanningsverschil niet eens echt meetbaar is, zegt men dat een op-amp er steeds voor zorgt dat zijn twee ingangen op dezelfde spanning komen te staan. Alle schakelingen rond op-amp's kunnen met deze eenvoudige regel worden verklaard, let maar op bij de volgende experimenten.

**Samenvatting**

In de tabel van figuur 3/97.2-4, tenslotte, zijn alle eigenschappen van een buffer versterker met een op-amp overzichtelijk gegroepeerd. De symbolen met accent duiden op eigenschappen van de totale schakeling, de symbolen zonder accent op eigenschappen van de op-amp zélf.



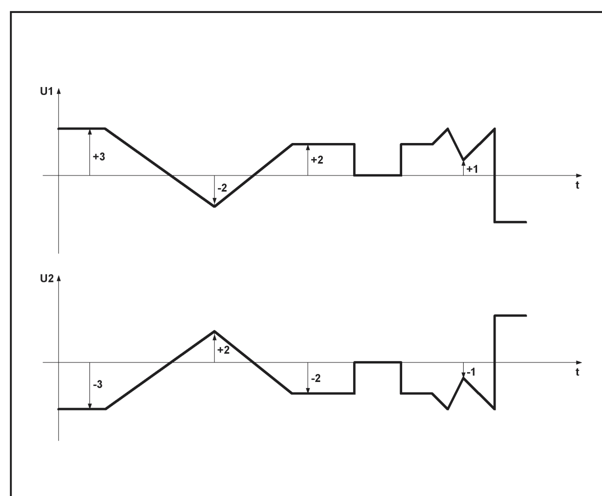

**Figuur 3/97.2-4:** Samenvatting van de specificaties van een buffer versterker.

# 3/97.3

# De op-amp als omkeerversterker

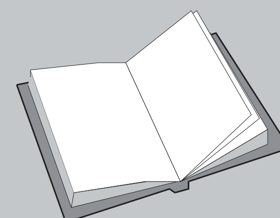
**Inleiding**
Vaak komt het voor dat u de absolute grootte van een signaal wilt behouden, maar dat u het signaal moet omkeren. Denk bijvoorbeeld aan een brugversterker, waar u het audiosignaal moet omkeren alvorens het de tweede eindversterker van de brug voedt. De operationele versterker is een ideale omkeerversterker.
Eerste vraag is echter wat bedoeld wordt met “het omgekeerde van een signaal”. Figuur 3/97.3-1 toont een signaal U1 en het omgekeerde signaal U2. De laatste spanning is, absoluut gezien, steeds gelijk aan het origineel. Is U1 +3V, dan is U2 -3 V en zo verder. Niet de grootte van het signaal verandert, maar wel de polariteit. Het omgekeerde of inverse van een signaal ontstaat, als u dit signaal spiegelt rond de horizontale nul-as.

**De omkeerversterker met een op-amp**
Met transistoren is de omkeerbewerking een hele klus, een op-amp vraagt slechts drie weerstandjes. Het basisschema van de analoge inverter is getekend in figuur 3/97.3-2. Het signaal wordt via een weerstand R1 aangesloten aan de negatieve ingang, tussen deze ingang en de uitgang staat een even grote weerstand R2. De positieve ingang van de op-amp ligt aan de massa geschakeld via een weerstand R3, gelijk aan de helft van de eerder genoemde componenten.



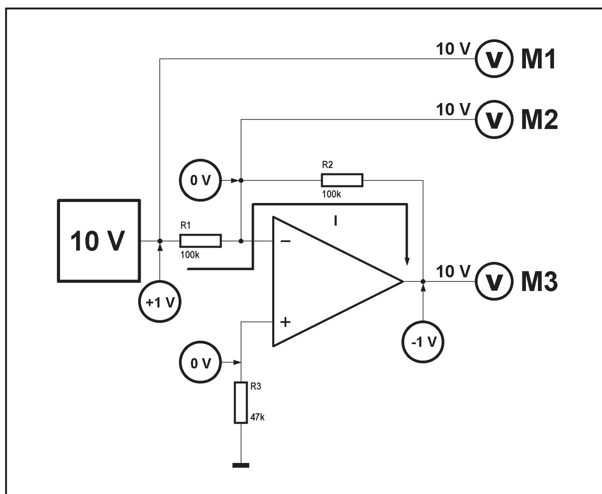

**Figuur 3/97.3-1:** Uit deze grafiek volgt duidelijk de definitie van het begrip “omkeren van een spanning”.

**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 3/12**
**Hoofdstuk 4/7.43**

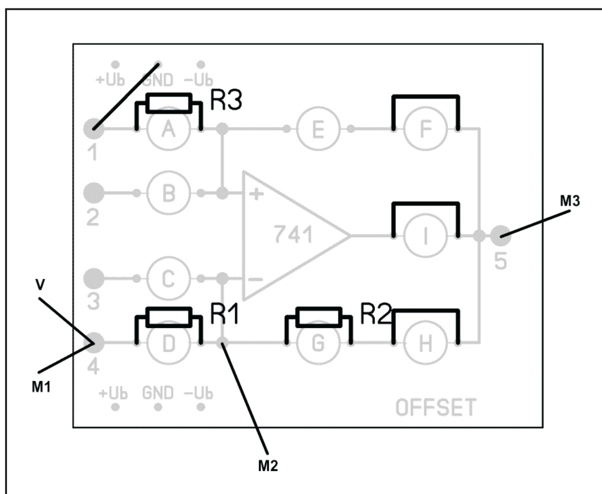


**97.3 De op-amp als omkeerversterker**

**Experiment 3**
De schakeling kan snel op uw experimenteerprint worden opgebouwd en verbonden met de analoge trainer, zie figuur 3/97.3-3, waarbij de drie meters en de gelijkspanningsgenerator op het bereik “10 V” worden geschakeld.



**Figuur 3/97.3-2:** Het basisschema van de omkeerversterker met een op-amp.



**Figuur 3/97.3-3:** De omkeer versterker op uw experimenteerprint.

De positieve ingang van de op-amp ligt op massapotentiaal. Het wekt dan ook geen verbazing als u op meter M2, verbonden met de negatieve ingang, steeds 0 V afleest. Zoals geschreven bij het vorige experiment, streeft een op-amp immers steeds naar minimaal spanningsverschil tussen zijn beide ingangen. Als de positieve ingang op 0 V staat, dan zal de schakeling er naar streven ook de negatieve ingang op 0 V te zetten.
De inverterende werking wordt bewezen door aan de ingang een spanning van bijvoorbeeld +5 V aan te leggen (M1) en de spanning op de uitgang af te lezen (M3). Deze bedraagt -5 V.

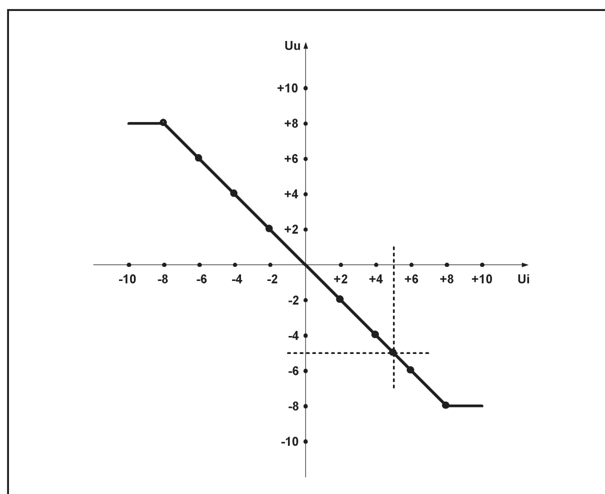
**Verklaring van de schakeling**
De ingangsimpedantie van de op-amp is zeer groot, vergeleken met de waarde van de weerstanden R1 en R2. De weerstanden R1 en R2 staan in serie tussen de ingang en de uitgang van de schakeling. Door deze serieschakeling loopt een stroom I, waarvan de grootte wordt bepaald door de waarde van de ingangsspanning en de grootte van de twee weerstanden. De stroom die via de negatieve ingang in de op-amp vloeit, is verwaarloosbaar klein, vanwege de eerder genoemde hoge Zi. Omdat R1 en R2 even groot zijn, zullen de spanningsvallen over beide weerstanden even groot zijn. Dat kan niet anders, want de wet van ohm zegt dat de spanning over een weerstand gelijk is aan de vermenigvuldiging van stroom en weerstand. Beide grootheden zijn voor beide weerstanden aan elkaar gelijk. Over R1 valt de ingangsspanning. De negatieve ingang staat immers op massapotentiaal. Als over R1 een spanning valt, gelijk aan de ingangsspanning, dan moet u per definitie over R2 dezelfde spanningsval meten.
Een voorbeeldje. Stel de ingangsspanning gelijk aan +1 V. Deze spanning valt over R1, met de in figuur 3/97.3-2 gete-

**97.3 De op-amp als omkeerversterker**

kende polariteit: linker aansluiting positief ten opzichte van rechter aansluiting. Omdat R2 door dezelfde stroom in dezelfde richting wordt doorlopen, moet de spanning over deze weerstand dezelfde polariteit hebben. Dus: linker aansluiting positief ten opzichte van rechter aansluiting. Nu ligt de linker aansluiting van de weerstand aan de massa. Aan het gestelde wordt alleen voldaan, als de rechter aansluiting op -1 V staat. Hetgeen precies het omgekeerde of inverse van de ingangsspanning is.

**De transferkarakteristiek**

Dit experiment is ideaal om vertrouwd te worden met het begrip “transferkarakteristiek”. Dit is een grafiekje dat het verband aangeeft tussen de in- en uitgangsspanning van een schakeling. Figuur 3/97.3-4 geeft u de transferkarakteristiek van de omkeerversterker.




**Figuur 3/97.3-4:** De transferkarakteristiek geeft het verband tussen de ingangsspanning en de uitgangsspanning.

Op de horizontale as worden de aan de ingang aangelegde spanningen weergegeven, de verticale as geeft de spanningen op de uitgang. Als u bijvoorbeeld op de ingang een spanning van +5 V aanlegt, dan meet u op de uitgang -5 V. Beide waarden worden op de respectievelijke assen aangegeven en twee hulplijntjes (gestippeld weergegeven) worden getrokken. Het snijpunt van deze hulplijntjes bepaalt één punt van de karakteristiek. Als u deze procedure voor verschillende ingangsspanningen herhaalt, ontstaat een rij van puntjes, die u kunt doorverbinden. Het resultaat is een kromme (in dit geval een rechte lijn): de transferkarakteristiek.

**Het uitsturingsbereik van een schakeling**

Als u dat doet voor de inverter, zult u vaststellen dat er twee knikken in de karakteristiek ontstaan. Als u de ingangsspanning namelijk groter maken dan ongeveer +8 V, dan zal de uitgangsspanning op -8 V blijven hangen. Eenzelfde verschijnsel doet zich voor bij een te grote negatieve ingang. Op deze manier kunt u het uitsturingsbereik van de schakeling meten. Zolang de karakteristiek recht is, is er niets aan de hand. De uitgang is het inverse van de ingang. Voor te grote positieve of negatieve ingangsspanningen gaat de inverterende werking verloren. Men zegt dat de uitgangsspanning van de op-amp vastloopt tegen de voedingsspanning. Het is logisch dat de op-amp geen grotere spanningen kan opwekken dan de waarde van zijn voedingsspanningen.

**Opmerking**

Bij de 741-print worden de voedingsspanningen door middel van zenerdioden begrensd op ±10 V. Hieruit blijkt duidelijk dat het uitsturingsbereik van een op-amp lager is dan de totale voe-

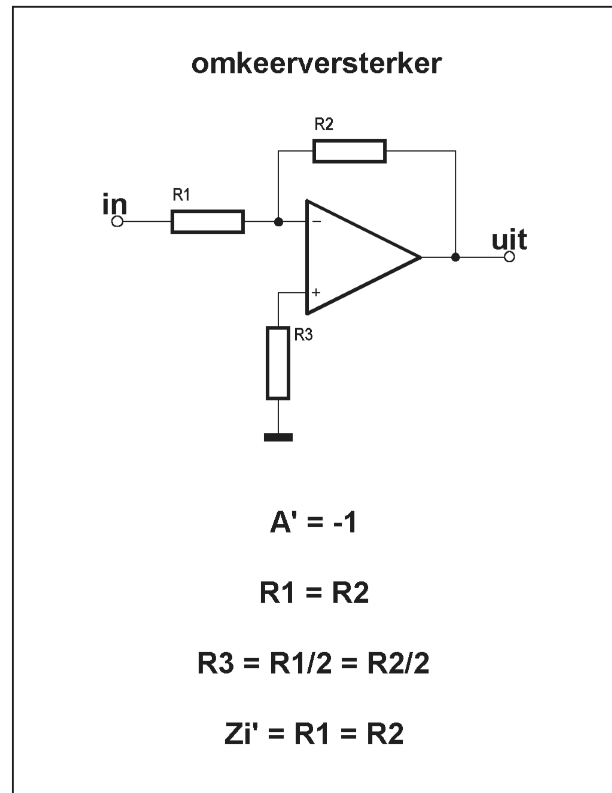
**97.3 De op-amp als omkeerversterker**

dingsspanning. Er gaan een aantal volt verloren in het interne van het IC.

**Samenvatting**

De tabel van figuur 3/97.3-5 geeft een overzicht van de eigenschappen van de inverter. De versterking van de schakeling A' is gelijk aan -1. Het minteken duidt op de inverterende werking. Belangrijk is de eis dat R1 gelijk is aan R2. Iedere afwijking zorgt voor een niet precies gelijk zijn van in- en uitgangsspanning (in absolute waarde, uiteraard).

De waarde van R3 is niet kritisch, meestal kiest men deze weerstand gelijk aan de helft van R1. Uit het feit dat de negatieve ingang aan de massa ligt, volgt dat de ingangsimpedantie Zi' van de schakeling volledig wordt bepaald door de waarde van R1. Deze weerstand staat immers geschakeld tussen de ingang en de op massapotentiaal liggende negatieve ingang. De Zi van de op-amp speelt dus nu niet mee!




**Figuur 3/97.3-5:** Samenvatting van de specificaties van de omkeerversterker met op-amp.

# 4/6.7.4

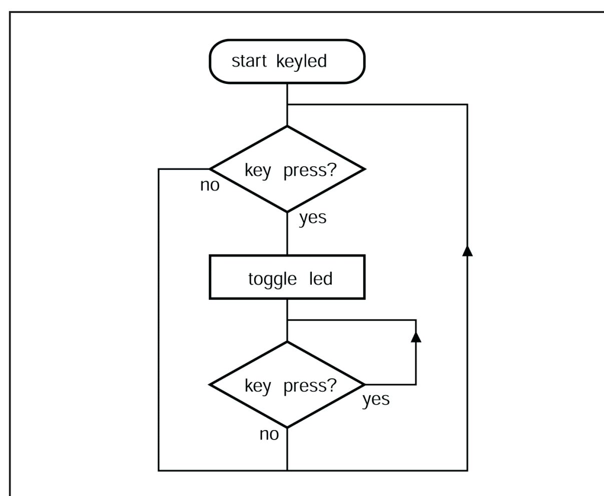
# Gebruik van het keyboard en een timer

**Inleiding**

Bij veel programma's moet de mogelijkheid bestaan om gegevens in te voeren. Bij Chip zullen dat altijd getallen zijn, de cijfers 0 tot en met 9. Met het keyboard kan dat en de extra toetsen * en # bewijzen daarbij ook hun nut. Zo kan de *-toets bijvoorbeeld als menukeuzetoets worden gebruikt en de #-toets als bevestigingstoets. Hiermee kan dan een menusysteem worden gemaakt, bestaande uit meerdere menu's en bij de menu's behorende invoerschermen voor de ingave van de gegevens.
Het inlezen van het keyboard is dus heel belangrijk en daarom beschrijven we twee methodes, de eerste is heel eenvoudig, de tweede is wat ingewikkelder omdat het hoofdprogramma daarbij altijd doorwerkt.

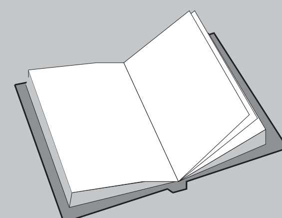
**Eenvoudige keyboarduitlezing**

Zolang geen toets van het keyboard is ingedrukt, is de uitleeswaarde die key geeft 3F. Zodra een toets wordt ingedrukt, wordt de waarde 30-3B, afhankelijk van de ingedrukte toets. Bij iedere volgende uitlezing wordt dezelfde waarde verkregen zolang de toets ingedrukt blijft. Maar we willen voor iedere toetsdruk slechts éénmaal de toetswaarde. Een eenvoudige methode om dat te doen is, om na inlezing en verwerking van een geldige toetswaarde, te wachten tot de toets wordt losgelaten. In figuur 4/6.7.4-1 is het stroomdiagram te zien van een op deze methode gebaseerd programma.




**Figuur 4/6.7.4-1:** Het stroomdiagram van de toetsenborduitlezing.

**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 4/6.7.1**
**Hoofdstuk 4/6.7.2**
**Hoofdstuk 4/6.7.3**
**www.vego.nl/chip**



**6.7 Chip, een zelfbouw computertje**

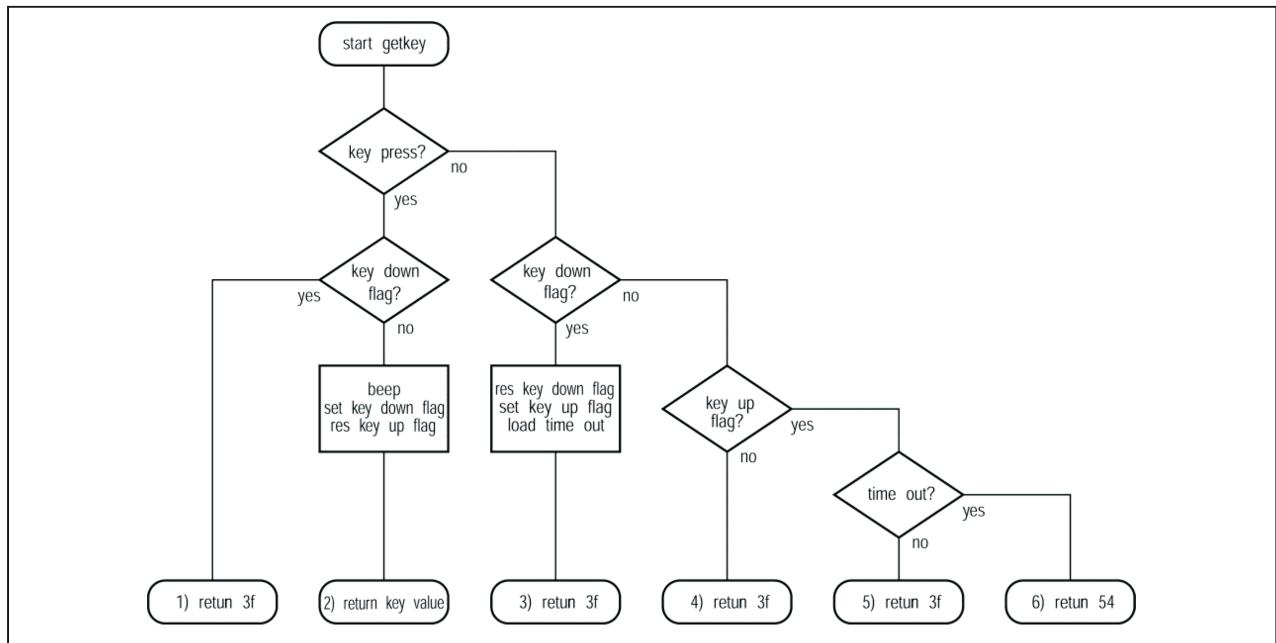
```
; Keyled.asm
; each keypress toggles out 0 on or off
; program waits for key release
;
start       v0 = key 0
            skip v0 <> 3f
            jp continu
;
toggle      skip out 0 = 1
            jp toggle1
            res out 0
            skip a
toggle1     set out 0
;
waitrel     v0 = key 0
            skip v0 = 3f
            jp waitrel
continu     jp start
```

**Figuur 4/6.7.4-2:** De listing van Keyled.asm.

Direct na de start wordt getest of er een toets ingedrukt is. Als dat het geval is, wordt een LED getoggled, dus aangezet als hij uit is en uitgezet als hij aan is. Daarna wordt gewacht tot de toets wordt losgelaten. Deze methode werkt heel goed zoals na het laden van het programma Keyled.asm (figuur 4/6.7.4-2) zal blijken. Het keyboard is aangesloten op input 0 en op output 0 is een LED aangesloten. De 3 mm (low current) LED is op een 3-polige female printheader gesoldeerd, die op output 0 is gezet. De LED kan zo dus op ieder gewenste output worden gezet, wat voor het testen van programma's handig kan zijn.
Bij iedere toetsdruk verandert de LED van toestand. Er wordt direct op iedere toetsdruk gereageerd, maar wat niet is te zien, is dat de programflow stagneert zolang de toets ingedrukt blijft door de sprong naar waitrel.

**Nonstop keyboarduitlezing**
Voor sommige toepassingen is het belangrijk dat een hoofdlus altijd wordt doorlopen. Dat kan bijvoorbeeld bij een acculader zijn waarbij de laadstroom op een bepaalde waarde ingesteld moet blijven. Als dan ook toetsinvoer nodig is, kan niet worden gewacht tot de toets wordt losgelaten. De uitlezing van het toetsenbord mag geen stagnatie geven in de loop van de regellus. Vandaar dat deze methode wel eens “nonstop” wordt genoemd.
In figuur 4/6.7.4-3 is het stroomdiagram van het nonstop keyboard uitleesprogramma Getkey.asm te zien. Het is een subroutine, die altijd wordt doorlopen en een “returnwaarde” geeft, die afhankelijk is van de toestand van het keyboard. Er worden twee “vlaggen” gebruikt om de toetstoestand te “onthouden”. Een dergelijk gebruik van vlaggen wordt ook wel eens vergeleken met een “semafoor”, een stellage waar vlaggen kunnen worden gehesen, die een bepaalde betekenis hebben.
De key down flag wordt gezet als een toets wordt ingedrukt, de key up flag als een toets wordt losgelaten. De vlaggen zijn in eerste instantie gereset (outputs van Chip).

**6.7 Chip, een zelfbouw computertje**




**Figuur 4/6.7.4-3:** Het stroomdiagram van Getkey.asm.

Uit het stroomdiagram blijkt dat de routine wordt verlaten via 4) return 3F. Na het indrukken van een toets wordt het programma via 2) verlaten met de waarde van de toets als returnwaarde. Onderweg wordt de alarmtimer geladen voor een keybeep, de key down flag gezet en de key up vlag gereset (wat bij de eerste doorgang al het geval was). Bij de volgende doorloop zal de toets nog ingedrukt zijn en wordt het programma verlaten via 1) ook met returnwaarde 3F. Na verloop van tijd wordt de toets losgelaten en bij de volgende doorloop wordt het programma verlaten via 3) met als returnwaarde weer 3F.
Nu worden onderweg de key down vlag gereset, de key up vlag gezet en een time out geladen. Als de toets los blijft en er is geen time out, dan wordt het programma via 5) verlaten met als returnwaarde 3F en als de toets niet tijdig weer wordt ingedrukt, loopt de time out af en wordt het programma via 6) verlaten met als returnwaarde 54.

**De waarden 3F en 54**
De waarden 3F en 54 zijn willekeurig gekozen. De returnwaarde 3F is de waarde die het keyboard geeft als geen toets is ingedrukt en is de ASCII-waarde voor ?. De waarde 54 is de ASCII-waarde voor T, toepasselijk voor time out.

**De routine Getkey**
Getkey moet altijd worden doorlopen en zit in een lus. Er zijn daarbij enkele zaken die aandacht vragen. In de eerste plaats moet direct na Getkey de returnwaarde worden geanalyseerd. Zolang die 3F is, is er geen geldige toets, bij 54 is er time out en een andere waarde is een geldige toets. Pas na het indrukken en weer loslaten van een toets wordt de time out gestart. De time out geldt hier dus niet voor de tijd dat een toets ingedrukt blijft. Dat is ook niet nodig, want een ingedrukte toets zal ooit wel worden losgelaten. Als het vereiste aantal toetsdrukken "binnen" is, kan de time out worden uitgezet door de key up vlag te resetten.

### 6.7 Chip, een zelfbouw computertje

```
; testprogram for getkey subroutine
;
; Remark: press key for some seconds, wait after key release some seconds
;
start       P = getktxt
            ld 0,f
            p = a-stack
            vd = 80               ; time out value
            ve = 03               ; beep time
;
mainlo      skip out f = 1
            jp mainlo
            res out f
            call getkey
            v0,v0 to mp
            ld f,f
            jp mainlo
;
getktxt asciz "Getkey return:  "
;
; Subroutine getkey
;
; v0 = return value:              key press              30...3b
;                                 no key press           3f
;                                 time out               54
; after first key release the time out is activated
; time out can be disabled by resetting the key up flag: out e
;
getkey      v0 = key 0
            skip v0 <> 3f         ; skip when key is pressed
            jp getkey2            ; no key press, jump
            skip out d = 0        ; skip when key down flag not set
            jp getkey1            ; key down flag is set, jump
            ve to tone            ; give beep
            set out d             ; set key down flag
            res out e             ; reset key up flag
            ret
getkey1     v0 = 3f               ; key down flag was set, return v0 = 3f
            ret
getkey2     skip out d = 1        ; skip when key down flag is set
            jp getkey3            ; key down flag not set, jump
            res out d             ; reset key down flag
            set out e             ; set key up flag
            vd to timer           ; load time out
            ret                   ; return with v0 = 3f
getkey3     skip out e = 1        ; skip when key up flag is set
            ret                   ; key up flag not set, return with v0 = 3f
            v0 = timer            ; key up flag was set, get time out
            skip v0 <> 00         ; skip on no time out
            jp getkey4
            v0 = 3f               ; no time out, return with v0 = 3f
            ret
getkey4     v0 = 54               ; time out, return with v0 = 54 ("T")
            ret
```

**Figuur 4/6.7.4-4:** De listing van Getkey.asm.

Na de eerste toetsdruk geeft een "gezette" key up vlag aan dat de toets "los" is.
In figuur 4/6.7.4-4 wordt de subroutine Getkey in een eindeloze lus door het hoofdprogramma opgeroepen. De time out waarde en de beeptijd worden vooraf insteld met vd respectievelijk ve. Deze variabelen evenals key down vlag out d en key up vlag out e moeten hier verder maar gereserveerd blijven. De time out en beep time kunnen natuurlijk ook direct worden geladen. Voor de returnwaarde wordt v0 gebruikt. Getkey wordt door het hoofdprogramma eenmaal per seconde aangeroepen, anders zou een geldige toetswaarde direct worden overschreven met 1) return 3F. Vandaar dat het keyboard ook "vertraagd" moet worden bediend.

**Een timer**
In de Eggtimer van figuur 4/6.7.4-5 wordt het gebruik van subroutine Getkey gedemonstreerd. Na de start van de timer verschijnt op het display een welkomboodschap met verwijzing naar de *-toets. Alleen als deze toets wordt ingedrukt, verschijnt een invoerscherm. Nu kunnen vier cijfers worden ingetoetst, twee voor het aantal minuten en twee voor het aantal seconden. De maximale waarde is 99 m 99 s. Hierbij worden alleen de cijfers 0-9 geaccepteerd. Als de laatste waarde is ingetoetst wordt bij het loslaten van de toets de timer gestart. Als de timer loopt, kunnen ook toetsen worden ingedrukt, maar alleen bij * stopt de timer en verschijnt de welkomboodschap. Het verstrijken van de tijd wordt aangegeven door een langdurige toon en de welkomboodschap.
Op output 0 kan een LED worden aangesloten, waaraan is te zien dat de hoofdlus altijd wordt doorlopen. In het programma zijn daartoe de instructies set out 0 en res out 0 opgenomen. Tijdens het verversen van het display als de timer loopt, licht de LED steeds kort wat feller op (display acties kosten vrij veel tijd), verder brandt hij op "halve kracht".
In het programma zijn vier byteposities gereserveerd voor de opslag van de invoer (inpline). Door teller vc wordt de positie op het display bijgehouden. De beginwaarde is 08, juist voor de minuten. Als door Getkey de key up flag is gezet wordt naar counter gesprongen, waar getest wordt op time out. Dan wordt de teller getest op 0Fh, in dat geval zijn de vier cijfers binnen en kunnen de minuten en secondentellers worden geladen. De key up vlag moet worden gereset en de timer run vlag worden gezet. In de hoofdlus mainloo(p) zijn direct onder elkaar twee conditionele skip opgenomen:

```
skip out c = 0
skip out f = 1
jp mainlo1
res out c
```

Alleen als de timer loopt (out c = 1) én de secondenvlag is gezet (out f = 1), wordt res out c bereikt. Res out c is nodig omdat tijdens de timerloop een toets kan worden ingedrukt waardoor de time out wordt geactiveerd.

**Uitsluiten van # en ***
Bij de invoer van cijfers mogen * en # niet worden geaccepteerd. Dat wordt getest door bij v0 de waarde C6 op te tellen. Een cijfer (30-39) zal geen carry geven (vf = 0).
De oorspronkelijke waarde wordt hersteld door 3A op te tellen (een carry speelt nu geen rol meer).

### 6.7 Chip, een zelfbouw computertje

```
; get a well boiled egg
;
start       p = intrtxt          ; show welcome text on lcd
            ld 0,f
            vc = 08              ; set character counter to 08
            vd = 80              ; time out value
            ve = 04              ; beep time
            res out c            ; reset eggtimer run flag
            res out e            ; reset key up flag
;
mainloo     set out 0            ; set led on
            skip out c = 0       ; skip when eggtimer not running
            skip out f = 1       ; skip when seconds flag set
            jp mainlo1
            res out e            ; disable time out, key could have been
pressed
            call eggshow
            skip out c = 1
            jp start             ; jump if eggtime is over
mainlo1     res out 0            ; set led off
            call getkey
            skip out e = 0
            jp counter           ; key is released, jump
            skip v0 <> 3f
            jp mainloo
            skip vc = 08
            jp number            ; counter <> 08, jump to number
            skip v0 = 3a
            jp mainloo           ; first char received <> "*"
;
gotstar     p = eggmask          ; load eggtimer mask on LCD
            ld 0,f
            vc + 01              ; set display counter to tens of minutes
            p = inpline          ; set p to input line
            res out c            ; reset eggtimer run flag
            jp mainloo
;
number      v0 + c6              ; add c6 to test for "*", "#"
            skip vf = 00
            jp mainloo           ; char > 39 ("*" or "#"), jump
            v0 + 3a              ; add 3a tot restore original value
            v0,v0 to mp          ; store number
            ld vc,vc             ; show number
            p + 1                ; increment pointer...
            vc + 01              ; ...and character counter
            skip vc <> 0b        ; if charcounter on "m"
            vc = 0d              ; set charcounter to tens of seconds
            jp mainloo
;
counter     skip v0 <> 54        ; 54 = "T"
            jp start             ; time out, jump
            skip vc = 0f         ; skip when 4 numbers have been received
            jp mainloo
;
; 4 numbers received, load the eggtimer and set eggtimer run flag
;
```

**6.7 Chip, een zelfbouw computertje**

```
eggload     res out e           ; reset key up flag to disable time out
            vc = 08             ; set charcounter to 08
            p = inpline         ; set pointer to inputline
            v0 = 30             ; hundreds must be set to "0"
            v1,v2 = mp          ; v1 = tens, v2 = units
            p = a-stack
            v0,v2 to mp         ; put minutes decimal number on a-stack
            v3 = 3dec mp        ; convert tot hex
            v3 to mintimer      ; load minutes timer
            p = inpline
            p + 1
            p + 1
            v1,v2 = mp          ; now get the seconds...
            p = a-stack         ; ...and repeat the same
            v0,v2 to mp
            v3 = 3dec mp
            v3 to sectimer
            set out c           ; set eggtimer run flag
            jp mainloo
;
; eggshow, routine to show minutes and seconds timer
;
eggshow     res out f
            v0 = mintimer       ; get minutes into v0
            p = a-stack
            v0 to 3dec mp       ; convert to decimal on the a-stack
            p + 1               ; point to tens
            ld 9,a              ; display tens and units
            v1 = sectimer       ; get seconds into v1
            p = a-stack
            v1 to 3dec mp       ; convert to decimal on the a-stack
            p + 1               ; point to tens
            ld d,e              ; display tens and units
            v0 or v1            ; v0 = v0 .or. v1
            skip v0 = 00        ; skip if both zero
            ret                 ; not yet zero, return
            v1 = ff             ; alert user that
            v1 to tone          ; time has run out
            res out c           ; reset eggtimer run flag
            ret
;
; Subroutine getkey
;
; v0 = return value:            key press            30...3b
;                               no key press         3f
;                               time out             54
; after first key release the time out is activated
; time out can be disabled by resetting the key up flag: out e
;
getkey      v0 = key 0
            skip v0 <> 3f       ; skip when key is pressed
            jp getkey2          ; no key press, jump
            skip out d = 0      ; skip when key down flag not set
            jp getkey1          ; key down flag is set, jump
            ve to tone          ; give beep
            set out d           ; set key down flag
```

**6.7 Chip, een zelfbouw computertje**

```
            res out e          ; reset key up flag
            ret
getkey1     v0 = 3f            ; key down flag was set, return v0 = 3f
            ret
getkey2     skip out d = 1     ; skip when key down flag is set
            jp getkey3         ; key down flag not set, jump
            res out d          ; reset key down flag
            set out e          ; set key up flag
            vd to timer        ; load time out
            ret                ; return with v0 = 3f
getkey3     skip out e = 1     ; skip when key up flag is set
            ret                ; key up flag not set, return with v0 = 3f
            v0 = timer         ; key up flag was set, get time out
            skip v0 <> 00      ; skip on no time out
            jp getkey4
            v0 = 3f            ; no time out, return with v0 = 3f
            ret
getkey4     v0 = 54            ; time out, return with v0 = 54 (“T”)
            ret
;
inpline     bytes 00112233     ; storage place for received numbers
intrtxt     asciz “Eggtimer press *”; welcome text
eggmask     asciz “Eggtime: ??m ??s”; input en run time display
```

**Figuur 4/6.7.4-5:** De listing van Egtimer.asm.

## Opmerking 1

De Eggtimer wordt “onderhuids” door de Chip realtime klok gestuurd en is daardoor op de seconde nauwkeurig.

## Opmerking 2

De drie in dit hoofdstuk besproken programma’s kunt u downloaden van www.vego.nl/chip, bij “Software bij hoofdstuk 4”.

*Bob Stuurman*

# 4/7

# De bouw van meet-apparatuur

## Algemeen

# Analoge meters



# Digitale meters



# Digitale testers

# Educatieve apparatuur



# Hoogfrequent apparatuur



# Laagfrequent apparatuur

# Signaalgeneratoren

# 4/7.43

# Een universele analoge trainer

## Inleiding

**Ontdek de wereld van de lineaire integratie**

Vaak zijn er in de diverse vakbladen apparaatjes beschreven, waarmee u de werking van digitale schakelingen op een eenvoudige manier kunt doorgronden. Vreemd genoeg is nog niemand op het idee gekomen een soortgelijk apparaatje te ontwikkelen, waarmee u operationele versterkers en andere geïntegreerde analoge schakelingen grondig kunt onderzoeken. Operationele versterkers bieden veel immers meer, veel meer dan de bekende standaard schakelingen als inverterende en niet-inverterende versterkers. Wat vindt u bijvoorbeeld van een flip-flop met een op-amp? Of een EN-poort? Weet u hoe een differentiator met op-amp werkt en wat u er mee kunt doen? Nee? Wel, dan is een analoge trainer misschien toch niet zo'n overbodig ding.

En als we dan bovendien dat apparaat met een vooruitziende blik ontwerpen en de nodige zorg aan het uiterlijk besteden, dan wordt zo'n trainer een pronkstuk van het laboratorium of het schoollokaal, waarmee we niet alleen alle toepassingen van operationele versterkers kunnen uitpluizen, maar die net zo goed gebruikt kan worden voor een eerste kennismaking met misschien volledig onbekende schakelingen, zoals Nortonversterkers, OTA's, geïntegreerde logaritmische versterkers en multipliers.

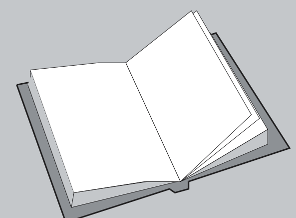
**Het concept van de analoge trainer**

Analoge schakelingen werken, per definitie, met analoge spanningen. Het volstaat dus niet een aantal wel-signaal/geen-signaal schakelaartjes op te nemen en een aantal LED'jes voor het uitlezen van de digitale spanningen, zoals bij digitale trainers.

In principe moeten we voor het uittesten van analoge schakelingen een breed gamma van signalen ter beschikking hebben: sinussen, driehoeken, blokken en dat over een groot frequentiebereik. Willen we kunnen zien wat de schakelingen met die signalen doen, dan hebben we voltmeters, millivoltmeters en

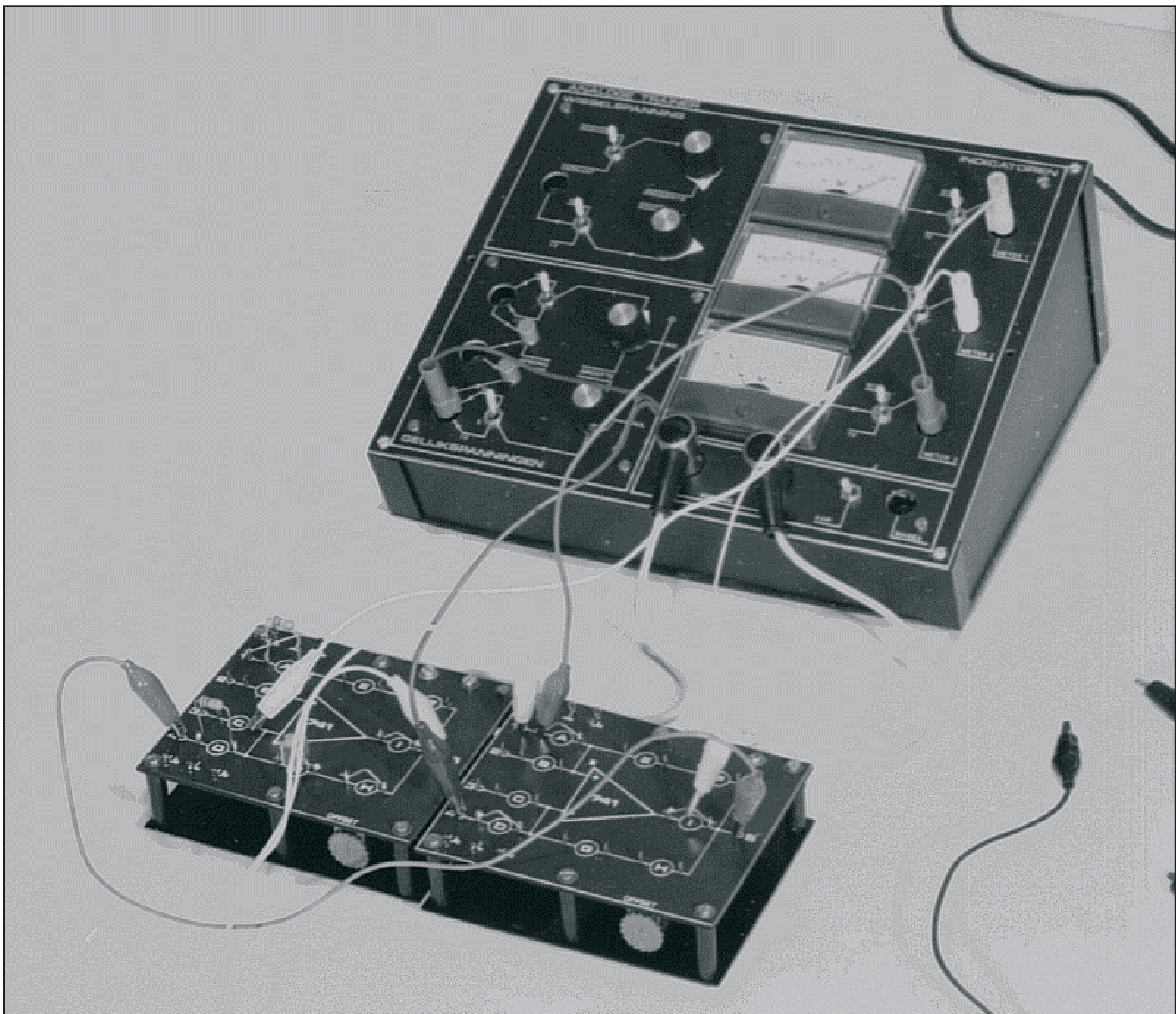
**LEES OOK:**

**Hoofdstuk 3/12**
**Hoofdstuk 4/7.21**



**7.43 Een universele analoge trainer**

een oscilloscoop nodig. Kortom, we moeten een compleet laboratorium opbouwen.
Toch kan het veel eenvoudiger en goedkoper. Als we ons voornamelijk in de basiswerking van geïntegreerde analoge schakelingen willen verdiepen, dan kunnen we net zo goed op een andere manier werken.
Met potentiometers wekken we gelijkspanningen op, regelbaar in het nuttige werkingsgebied van de schakeling. Door aan die potentiometers te draaien kunnen we zeer laagfrequente sinussen, blokken en driehoeken simuleren. Een scoop is dan overbodig om te kijken hoe de signalen door de te testen schakeling beïnvloed worden. We kunnen net zo goed enige simpele analoge meterschakelingetjes ontwerpen en op die draaispoel meetinstrumentjes lezen we de werking van de schakeling af. Hebben we niet zo'n zin om voortdurend aan potentiometers te draaien, dan kunnen we




**Figuur 4/7.43-1:** De analoge trainer in gebruik met een proefschakeling met twee operationele versterkers.

**7.43 Een universele analoge trainer**

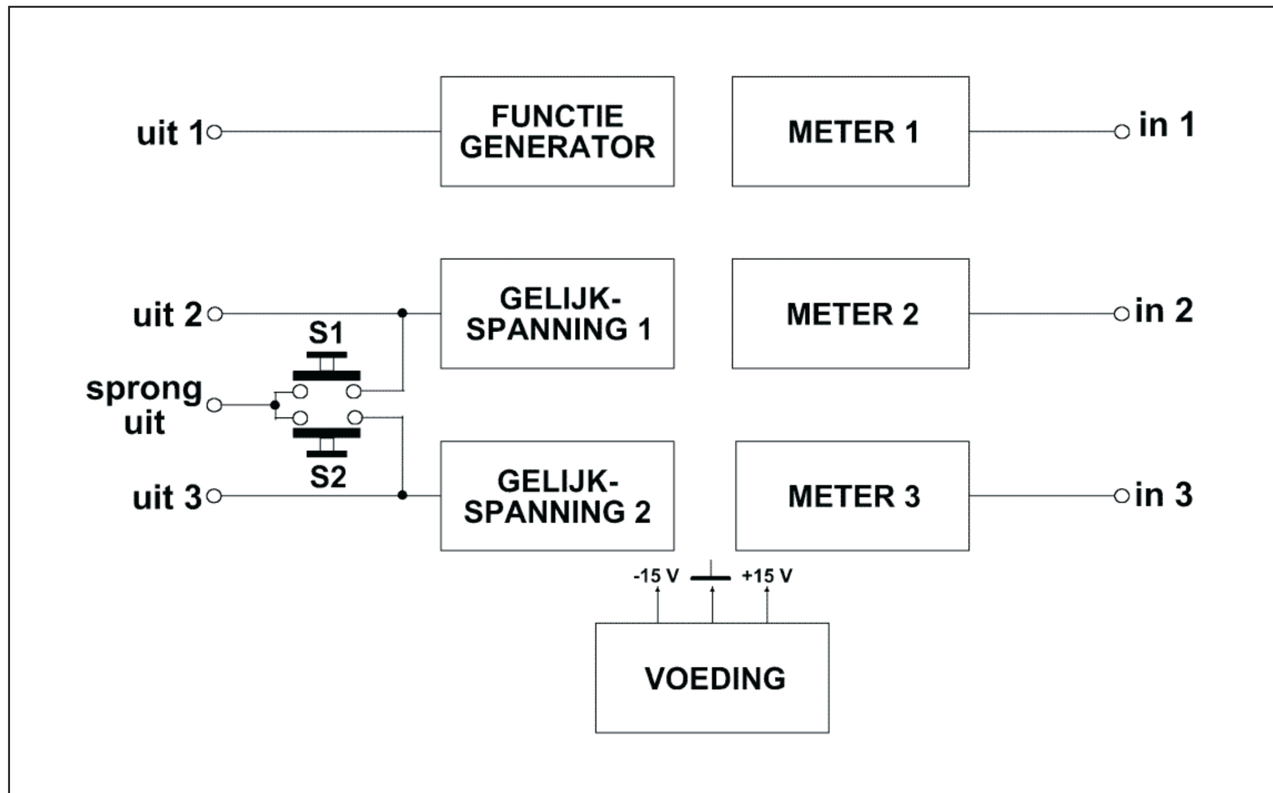
een eenvoudige functiegenerator inbouwen, die dat werkje als het ware voor ons opknapt. Hij wekt zeer trage driehoeken en blokken op.
Hiermee is het silhouet van de trainer aan de horizon verschenen. Natuurlijk moeten we op een of andere manier de proefschakelingen rond de operationele versterker kunnen opbouwen. Dat kan op een proefprintje, maar veel professioneler en overzichtelijker gaat dat als we daarvoor ook een speciaal printje ontwerpen, volledig aangepast aan het onderdeel dat we onder handen nemen.
Het resultaat van die overpeinzingen is voorgesteld in figuur 4/7.43-1, waar de analoge trainer gebruikt wordt met twee speciaal voor de 741 op-amp ontworpen proefprintjes.

**Wat is de bedoeling?**
Het nabouwen van deze universele analoge trainer is een vrij dure grap en we kunnen ons voorstellen dat u eerst wel wilt weten wat wij er mee van plan zijn. Wel, allereerst gaan we in dit hoofdstuk de bouw van het apparaat uitvoerig toelichten, zodat ook hobbyisten met niet veel ervaring in het nabouwen van grote projecten er raad mee weten. Nadien volgen in deze en volgende aanvullingen van dit naslagwerk in deel 3/97 een twintigtal kleine hoofdstukken, waarin telkens één fundamentele basisschakeling rond de op-amp onder handen wordt genomen.
Hier volgt het lijstje:
– inleiding over de op-amp;
– de op-amp als buffer;
– de op-amp als omkeerversterker;
– de op-amp als niet-inverterende versterker;
– de op-amp als inverterende versterker;
– de op-amp als mengversterker;
– de op-amp als rekenschakeling;
– de op-amp als differentiator;
– de op-amp als integrator;
– de op-amp als trapspanningsgenerator;
– de op-amp als comparator;
– de op-amp als comparator met hysteresis;
– de op-amp als functiegenerator;
– de op-amp met niet-lineaire terugkoppeling;
– de op-amp als vensterdiscriminator;
– de op-amp als slope detector;
– de op-amp als ideale diode;
– de op-amp als dubbelfazige gelijkrichter;
– de op-amp als nauwkeurige gelijkrichter;
– de op-amp als topdetector;
– de op-amp als ideale topdetector;
– de op-amp als clampschakeling;
– de op-amp als sinusgenerator;
– de op-amp als anti-rimpel filter;
– de op-amp als vierkantsgolf generator;
– de op-amp als flip-flop;
– de op-amp als vertrager;
– de op-amp als monostabiele multivibrator;
– de op-amp als poort;
– de op-amp als tiptoets;
– geen einde, maar hopelijk het begin.

Al deze interessante experimenten kunt u met alleen de universele analoge trainer uitvoeren, overige meetapparatuur is volstrekt overbodig. Verder houden we het steeds op een louter fysische werkingsverklaring, wiskundige abracadabra blijft achterwege.

**Kennismaking met de universele analoge trainer**
Figuur 4/7.43-2 geeft het blokschema van deze universele analoge trainer.

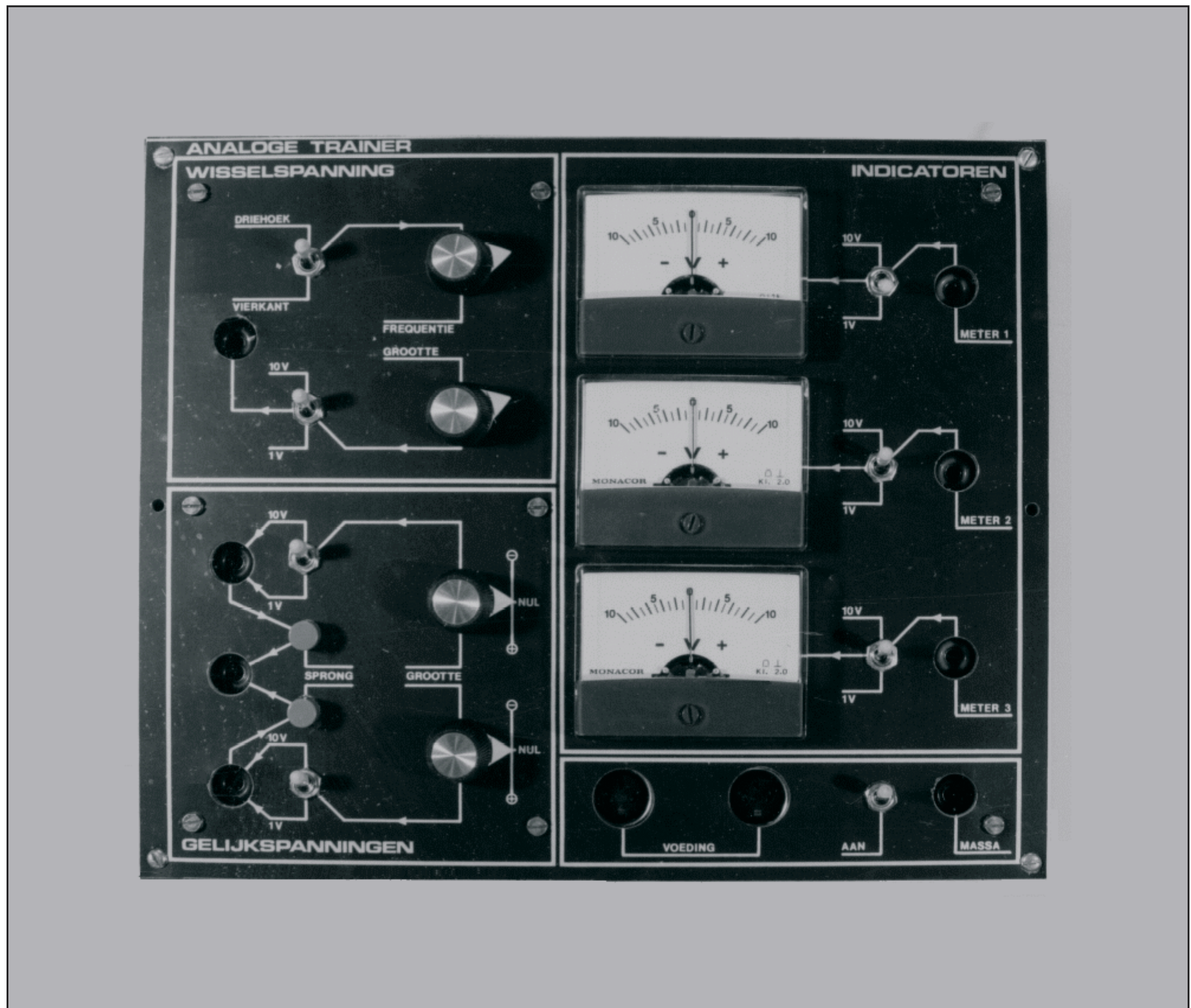
**7.43 Een universele analoge trainer**




**Figuur 4/7.43-2:** Het blokschema van de universele analoge trainer.

De werking en functie van de verschillende blokken worden besproken aan de hand van figuur 4/7.43-3, een overzicht van de bedieningsorganen van de trainer.
Links boven zit het blok "Wisselspanning" dat het wisselspanningstestsignaal opwekt met de functiegenerator. Nu moet u dat begrip "wisselspanning" niet al te ruim interpreteren. De schakeling wekt, naar uw keuze, een driehoek- of vierkantspanning op met een periodeduur van één seconde tot twee minuten! Wat daar het nut van is? Wel, bij analoge schakelingen komt het vaak voor dat we de zogenaamde transferkarakteristiek moeten opnemen, dat is de relatie tussen uit- en ingangsspanning. We laten dan de ingangsspanning langzaam stijgen en voor iedere waarde van die spanning lezen we op een meter de grootte van de uitgangsspanning af. Dit kunnen we met de hand doen, door het verdraaien van een potentiometer. Door die lange periodeduur van de in de trainer ingebouwde functiegenerator kunnen we dat proces echter automatiseren. We sturen de traagste driehoek in de te testen schakeling en sluiten een voltmeter aan op de uitgang van de generator. De spanning varieert dan zo langzaam van waarde, dat we steeds het verband tussen in- en uitgangsspanning op de meters kunnen aflezen.
Hiermee is meteen de vraag beantwoord waarom we "ouderwetse" analoge naaldinstrumenten hebben ingebouwd. Op dergelijke meters kunt u heel goed het verloop van een spanning in functie van de tijd aflezen. U ziet of de meternaald "stijgt" of "daalt", de interpretatie van een stijgende of dalende spanning.

**7.43 Een universele analoge trainer**




**Figuur 4/7.43-3:** Het bedieningspaneel van de universele analoge trainer.

Op moderne digitale meters is een dergelijk in de tijd variërend proces absoluut niet te volgen.
De twee onderste knoppen van het functiegeneratorblok dienen voor het instellen van de uitgangsspanning. Met de omschakelaar kunt u twee bereiken instellen, namelijk 1 V en 10 V. In het eerste bereik varieert de driehoek maximaal tussen +1 V en -1 V. Door middel van de rechter potentiometer "Grootte" kunt u de uitgangsspanning continu regelen tussen 0 V en de maximale waarde.

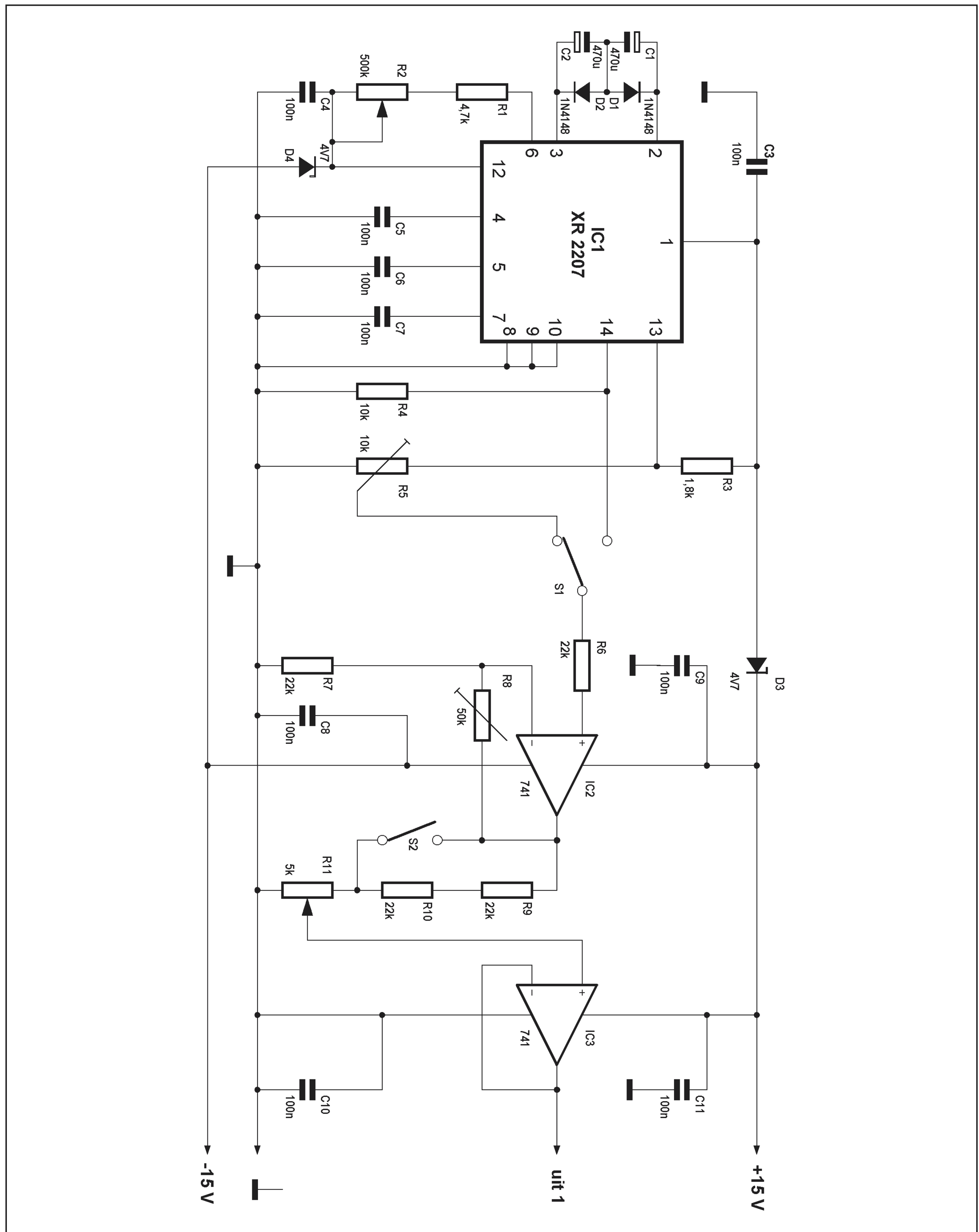
Vaak hebben we bij het experimenteren met analoge schakelingen hulp- of instelspanningen nodig. Die putten we uit het blok "Gelijkspanningen". Met deze schakeling kunnen we twee gelijkspanningen opwekken, die we kunnen instellen tussen -10 V en +10 V, in twee gebieden. Het ene gaat van -1 V tot +1 V, het andere van -10 V tot +10 V.
Dit blok heeft nog een derde uitgang, waaruit we een spanningssprong kunnen putten. Een spanningssprong is een snelle overgang van één spanningswaar-

de naar een andere spanningswaarde. Daartoe zijn twee drukknopjes opgenomen, die de uitgangen van de gelijkspanningsbronnen doorverbinden met de “Sprong”-uitgang. Als de drukknoppen in rus t zijn, staat er op die uitgang 0 V. Bij het bedienen van een van de knoppen springt de uitgang opeens naar de waarde van een van beide gelijkspanningen. Dergelijke sprongspanningen zult u bij het experimenteren (zie deel 3/97) met het apparaat vaak nodig hebben.
Een op-amp heeft twee ingangen en een uitgang. Het zou dus handig zijn als we steeds drie verschillende spanningen tegelijkertijd zouden kunnen observeren en dit zowel positief als negatief. Dat kan, met de drie kleine draaispoelmetertjes, ingebouwd in het blok “Indicatoren”. Ze hebben de nul in het midden, zodat we zowel positieve als negatieve spanningen kunnen meten, zonder het omdraaien van schakelaars of omprikken van draadjes. Door middel van schakelaars kunnen we voor iedere meter een van beide meetgebieden inschakelen: ±1 V of ±10 V. De ingangsimpedantie van de meters is erg hoog, 20 MΩ, zodat ze nooit de werking van een schakeling kunnen verstoren. Anderzijds zijn de uitgangsimpedanties van de drie spanningsproducerende schakelingen erg laag, zodat ook zij geen invloed hebben op de eigenschappen van de te testen schakelingen.
Tot slot herkennen we onder de meters een algemeen blok, met een massa-aansluiting, de aan/uit schakelaar en twee driepolige connectoren. Op deze twee laatste onderdelen staan de twee voedingsspanningen (+15 V, massa en -15 V) ter beschikking voor het voeden van de testschakelingen.

# De schakelingen

**De schakeling van de functiegenerator**
De praktische schakeling van de functiegenerator is getekend in figuur 4/7.43-4. In principe kunnen we driehoeken en blokken erg eenvoudig opwekken met operationele versterkers. Daartegenover staat dat er speciale IC’s in de handel zijn, die niets liever doen dan ons de gevraagde spanningen serveren. Vandaar dat we zo’n schakeling hebben toegepast, namelijk de XR2207. Een oud beestje, maar nog steeds goed verkrijgbaar en als het ware geschapen voor deze klus.
Dit IC heeft twee uitgangen. Op de ene (pen 13) staat een vierkantgolf ter beschikking, op de andere (pen 14) een driehoekspanning. Beide signalen hebben dezelfde frequentie. De driehoek kan zonder meer afgetakt worden. Wil de vierkant echter aan de uitgang verschijnen, dan moet er een extra weerstandje aangebracht worden tussen de positieve voeding en de pen nummer 13.
Het IC heeft erg veel mogelijkheden, die we hier niet gebruiken. Vandaar dat een aantal ingangen ofwel rechtstreeks aan de massa ligt (pennen 8 en 9) ofwel via een ontkoppelingcondensator (4, 5 en 7).
De frequentie wordt bepaald door de waarde van de condensator tussen de aansluitingen 2 en 3 en door de grootte van de weerstand tussen aansluiting 6 en de negatieve voeding. Voor het genereren van de noodzakelijke zeer lage frequentie hebben we een zeer grote condensatorwaarde nodig. We ontkomen dus niet aan het gebruik van een elco. Het probleem daarbij is echter dat de polariteit van de spanningen op pennen 2 en 3 wisselt.

### 7.43 Een universele analoge trainer




**Figuur 4/7.43-4:** De schakeling van de functiegenerator.

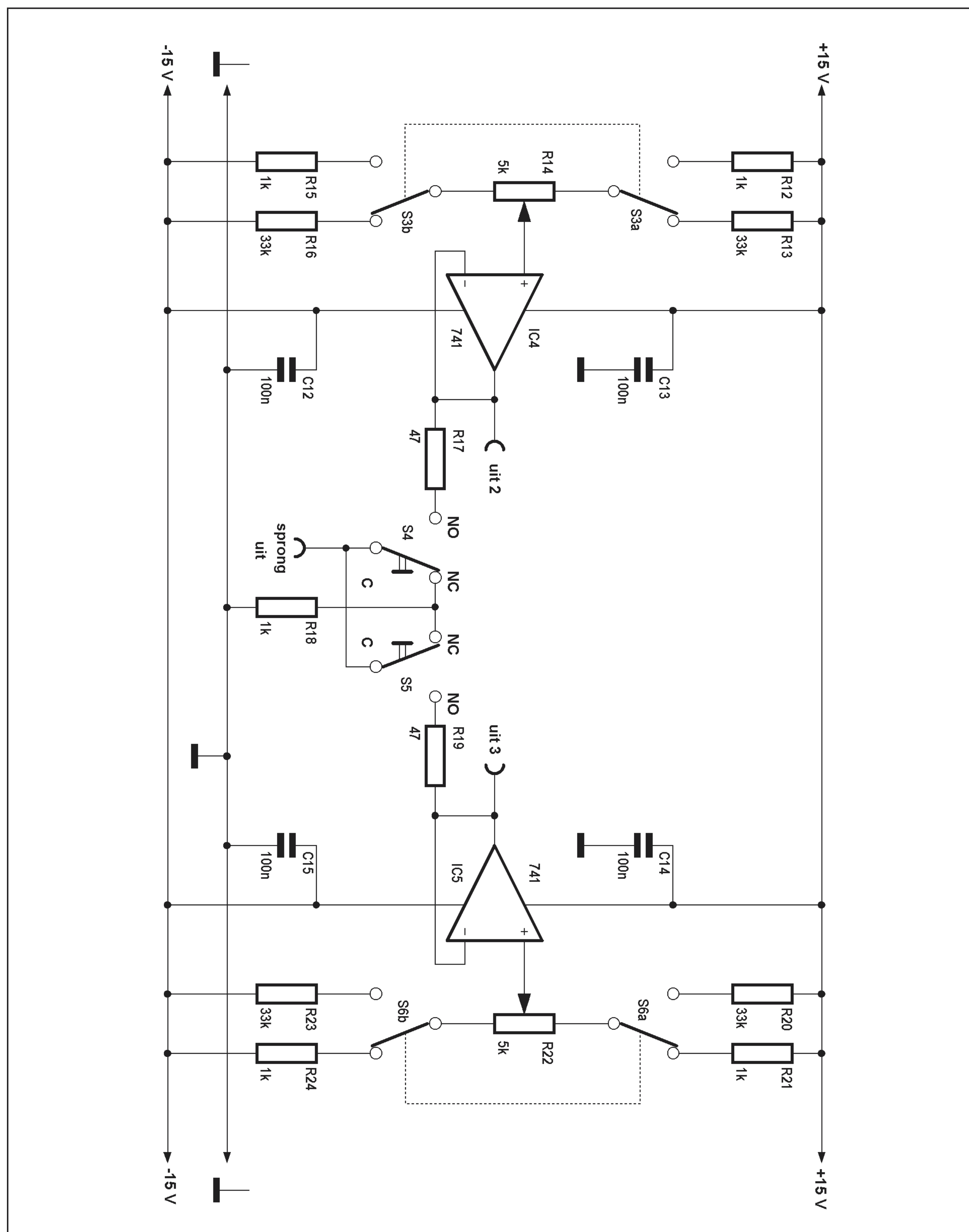
### 7.43 Een universele analoge trainer

Een elco wordt dus gedurende een halve periode verkeerd gepolariseerd. Gelukkig bestaat er een eenvoudig truukje om met elco's toch een niet gepolariseerde condensator op te bouwen.
Zet twee elco's van dezelfde waarde in serie, met plus aan plus of min aan min en overbrug beide onderdelen met een diode. Als pen 2 positief is ten opzichte van pen 3, dan gaat de diode D2 geleiden en wordt condensator C1 tussen de genoemde aansluitingen opgenomen. Als de polariteit van de spanningen wisselt, dan gaat D2 sperren en D1 geleiden. C1 wordt nu kortgesloten door de geleidende diode en is niet van tel. Zijn rol wordt nu overgenomen door C2.
De frequentiebepalende weerstand is opgebouwd uit de serieschakeling van R1 en R2 en heeft een regelbereik van 1 op 100. R1 legt de maximale frequentie vast, R2 de minimale.
De schakeling mag gevoed worden met spanningen van maximaal ±13 V. Nu hebben we om diverse redenen gekozen voor een symmetrische voedingsspanning van 15 V. Vandaar de twee zenerdioden D3 en D4 in de voedingsaansluitingen van het IC. De voeding wordt dus gereduceerd tot de veilige waarde van ±10 V. De condensatoren C3 en C4 zorgen voor een extra ontkoppeling van de voeding.
Door middel van schakelaar S1 kunnen we ofwel de driehoek, ofwel de blok naar de rest van de schakeling leiden. Nu wil het geval dat het IC een driehoek levert met een amplitude gelijk aan ongeveer de helft van de amplitude van de blok. We willen beide signalen even groot, vandaar dat de blok door middel van een spanningsdeler (het instelpotentiometertje R5) aan de schakelaar wordt aangeboden.

De volgende trap rond IC2 is een simpel versterkertje, waarmee we de signalen oppeppen tot de gewenste 20 V top-tot-top. De versterking is regelbaar door middel van R8. Na deze versterking komt de instelling voor de grootte van de uitgangsspanning aan de beurt. Is schakelaar S2 gesloten, dan verschijnt de volle 20 V over de potentiometer R11. We kunnen de grootte van de uitgangsspanning dan instellen tussen 0 V en 10 V. Willen we een kleinere uitgang, dan openen we de schakelaar, waardoor R9 en R10 gaan meespelen en het grootste gedeelte van de uitgangsspanning opslokken. Na de potentiometer R11 volgt een buffer, opgebouwd rond IC3. Deze zorgt voor een constante en lage uitgangsimpedantie, zonder de grootte van de spanning te beïnvloeden.

**De gelijkspanningen**
Het schema waarmee de twee gelijkspanningen worden opgewekt, is getekend in figuur 4/7.43-5. De schakeling is de eenvoud zelve. Staat schakelaar S3 in de getekende stand, dan wordt er een spanningsdeler gevormd tussen de +15 V en de -15 V, opgebouwd uit de weerstanden R13, R14 en R16. De waarde van deze onderdelen is zo gekozen dat over potentiometer R14 een spanning van 2 V valt, keurig verdeeld tussen -1 V en +1 V. Door het verdraaien van de loper kunnen we dus iedere gewenste spanning tussen de genoemde grenzen aftakken en via een buffer IC4 aan de uitgang (uit-2) aanbieden. Willen we een grotere spanning opwekken, dan schakelen we S3 om, de verhouding van de spanningsdelerweerstanden wordt anders, zodat er over de potentiometer een totale spanning valt van 20 V, weer symmetrisch verdeeld tussen de plus en de min.

## 7.43 Een universele analoge trainer



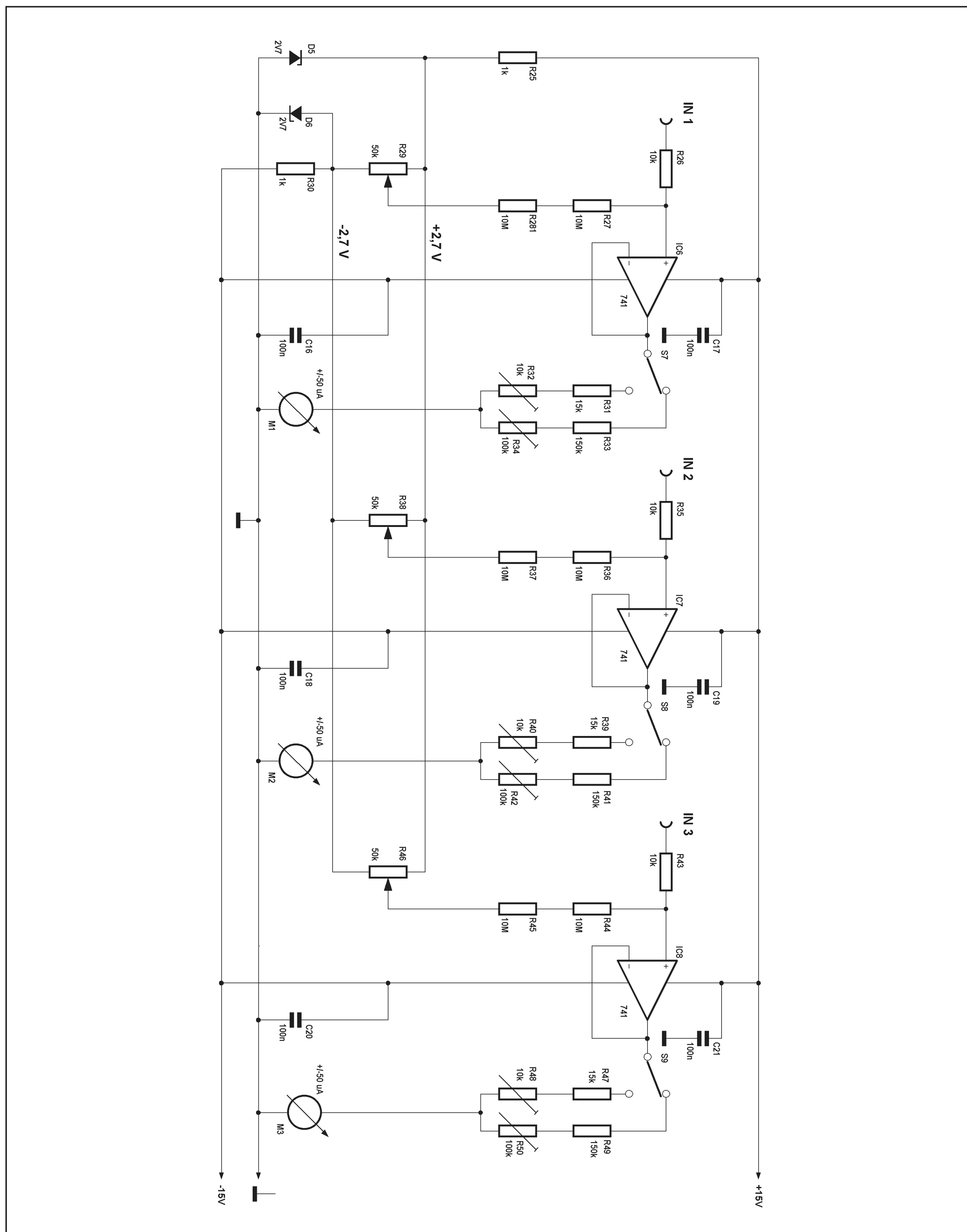

**Figuur 4/7.43-5:** Het schema van de gelijkspanningsgeneratoren.

**7.43 Een universele analoge trainer**

Zoals overal in de trainer, zijn ook hier de voedingsaansluitingen van de op-amp keurig ontkoppeld door middel van 100 nF condensatoren.
Het tweede deel van de schakeling, rond operationele versterker IC5, is identiek van opbouw.
De twee drukschakelaars S4 en S5 worden ingeschakeld voor het opwekken van de spanningssprongen. Deze schakelaars hebben een omschakelcontact. Als de schakelaars niet worden ingedrukt, dan zullen de moedercontacten (c) via de normaal gesloten contacten (nc) worden doorverbonden met weerstand R18. De uitgang “Sprong uit” ligt aan de massa. Drukken we bijvoorbeeld op S4, dan wordt de spanning die we met S3 en R14 hebben ingesteld, via de kleine weerstand R17 verbonden met de “Sprong uitgang”.

**De indicatoren**
De schakeling voor het sturen van de drie meetinstrumentjes is getekend in figuur 4/7.43-6. We willen zowel positieve als negatieve spanningen meten, vandaar dat het gebruik van meetinstrumenten met de nul in het midden voor de hand ligt.
Gekozen is voor -50 µA - 0 - +50 µA draaispoelmetertjes met als frontafmetingen 60 mm bij 46 mm. Deze hebben een inwendige weerstand van 1,2 kΩ.
In principe zouden we door middel van voorschakelweerstanden, in serie opgenomen met de meterspoeltjes, spanningen kunnen gaan meten. De totale weerstand is dan toch wel wat laag, vandaar dat gekozen is voor een elektronische meetschakeling. Het te meten ingangssignaal wordt door middel van een weerstand (R26) aangeboden aan een als buffer geschakelde operationele versterker (IC6). Deze schakeling wordt gekenmerkt door een zo goed als oneindige ingangsweerstand en spanningsversterking van 1.
De uitgang van de buffer stuurt een bereikenschakelaar S7. In de stand 1 V wordt de meter gestuurd uit de uitgang van de buffer via twee weerstandjes R31 en R32, deze laatste ijkt het meetbereik. In de stand 10 V worden twee tien keer zo grote weerstanden in serie met de meter opgenomen, waarbij de instelpotmeter R34 dient voor het ijken van het bereik.
In principe zouden we klaar zijn, ware het niet dat de offset van de operationele versterker roet in het eten strooit. De offset (in het tweede experiment komen we op dit begrip terug) zorgt ervoor, dat er op de uitgang van de buffer toch een kleine spanning verschijnt, zelfs als de ingang aan de massa ligt. We moeten deze offset compenseren en dat doen we door aan de positieve ingang van de op-amp een kleine instelspanning aan te leggen.
Twee zenerdioden D5 en D6 worden gebruikt voor het genereren van een kleine positieve en een even kleine negatieve spanning. Tussen beide spanningen staat een instelpotmeter R29. De loper van dit onderdeel gaat naar de positieve ingang van de op-amp, via twee zeer grote weerstanden R27 en R28. Bij het afregelen van de trainer zullen we deze instelpotmeter gebruiken om, bij open ingang, de uitslag van de meter exact op nul af te regelen.
De ingangsweerstand van de meterschakeling wordt bepaald door de waarde van R27 en R28 en is dus 20 MΩ, meer dan voldoende om zonder beïnvloeding in wat voor soort schakeling dan ook te kunnen meten.

## 7.43 Een universele analoge trainer

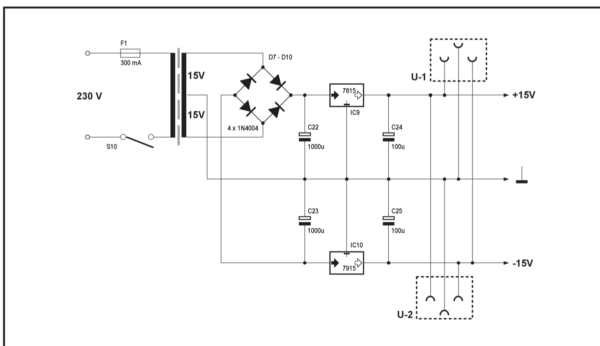



**Figuur 4/7.43-6:** De schakeling van de drie spanningsmeters.

**7.43 Een universele analoge trainer**

### De voeding

De voeding van de trainer is getekend in figuur 8/2.2-7 en verbergt geen wereldschokkende nieuwe uitvindingen. De twee 15 V wikkelingen van de trafo worden door middel van vier in bruggeschakelde dioden gelijkgericht en leveren gelijkspanningen van ongeveer ±20 V. Deze spanningen worden aangeboden aan de ingangen van geïntegreerde stabilisatoren van het type 7815 en 7915. De gestabiliseerde uitgangsspanningen van ±15 V worden nog eens extra ontkoppeld en voeden de geïntegreerde schakelingen van de trainer. Beide spanningen en de massa worden ook nog eens door middel van twee driepolige connectoren naar buiten gevoerd voor het voeden van de testbordjes.

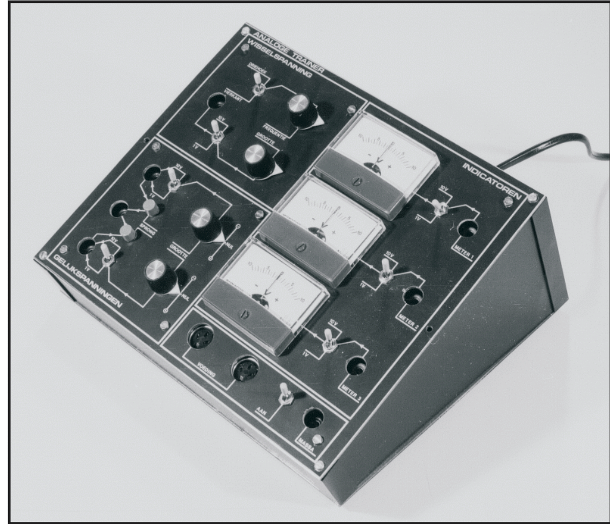



**Figuur 4/7.43-7:** De schakeling van de symmetrische voeding.

# De bouw van de trainer

### Inleiding

De uitvoering van het prototype van de universele analoge trainer, waarvan figuur 4/7.43-8 een indruk geeft, hoeft zeker niet onder te doen voor gelijk welk professioneel apparaat. Natuurlijk vergt het heel wat uren en zeer nauwkeurig werken alvorens dit resultaat op de werkbank staat. Maar aan de hand van deze uitgebreide bouwbeschrijving moet u toch en aardig eind in de buurt komen.



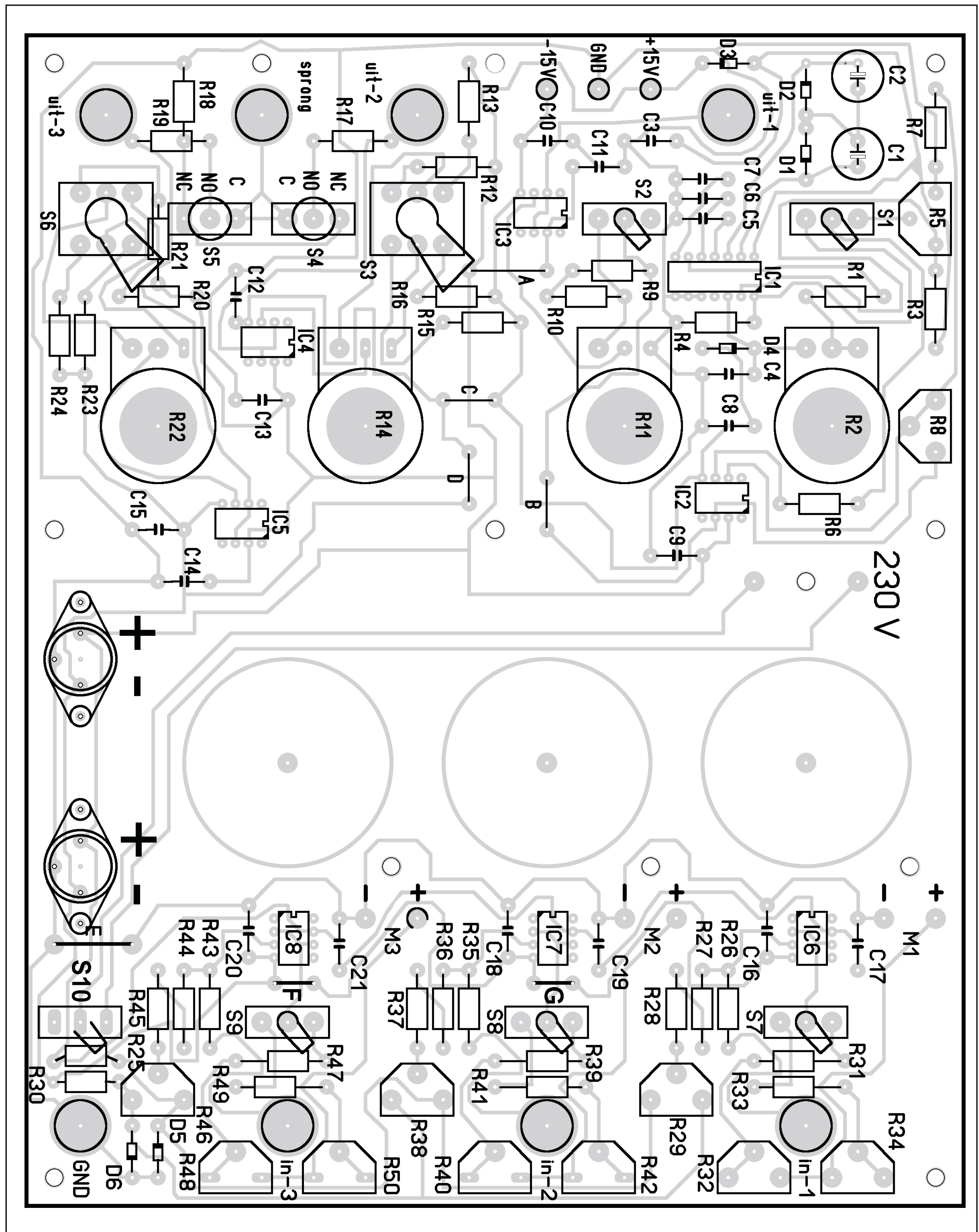
**Figuur 4/7.43-8:** Het prototype van de universele analoge trainer.

De elektronica is ondergebracht op twee printen. Op de hoofdprint zitten de schakelingen van de generatoren en de meters, op de voedingsprint uiteraard de voeding.

### De hoofdprint

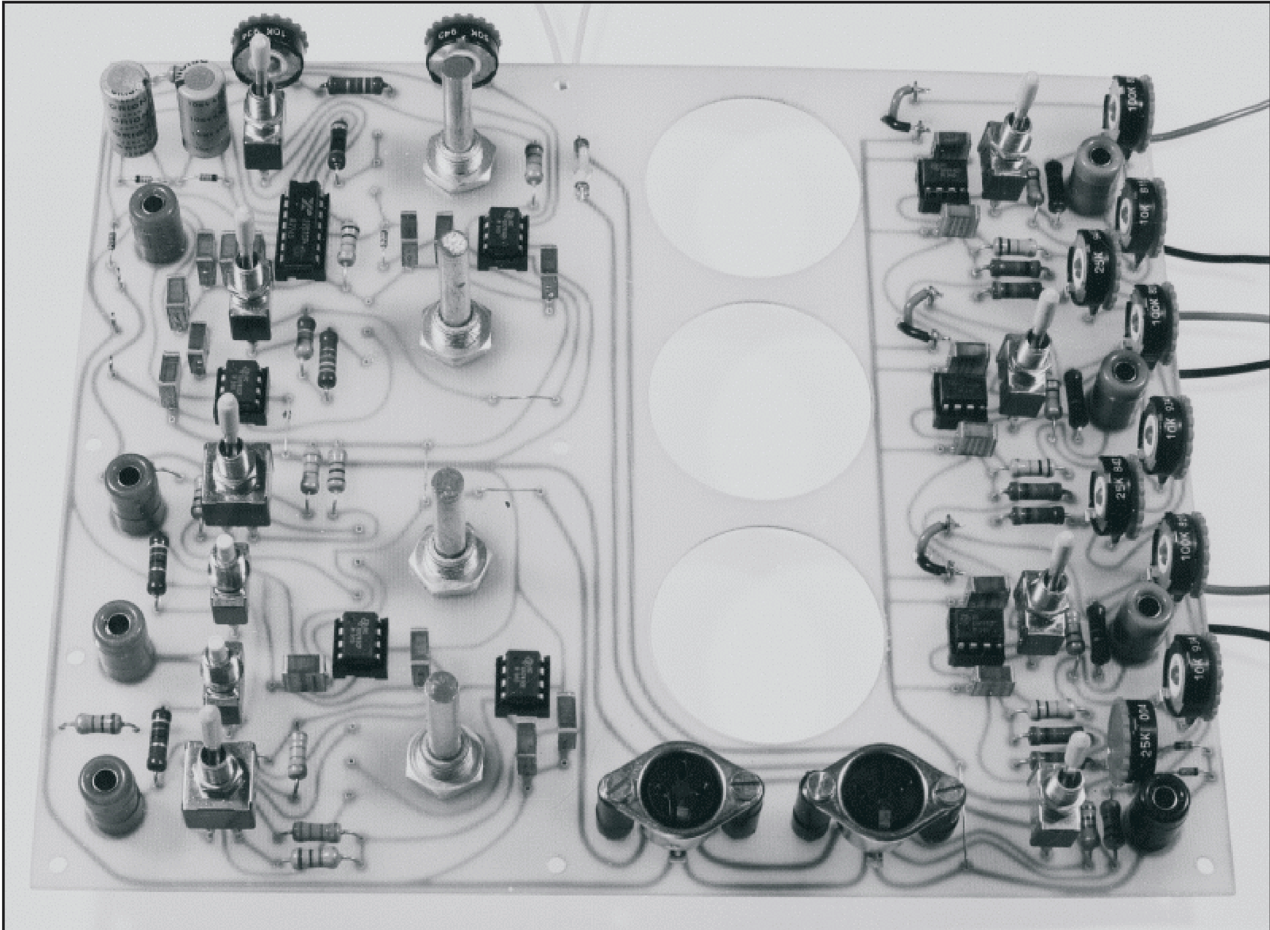
Figuur 4/7.43-9 (zie voorlaatste pagina) geeft de layout van de hoofdprint die alle onderdelen herbergt, op de voeding na. Naast de standaard boringen van 0,8 mm voor de IC's, 1 mm voor de onderdelen en 1,3 mm voor de printsoldeerpennetjes, moeten er een aantal grotere gaten geboord worden. Op de eerste plaats 19 gaten van 3,5 mm voor de bevestiging van de print op de frontplaat en het vastschroeven van de 4 mm stekkerbussen. Vervolgens vier 10 mm gaten voor de potentiometers. Tot slot drie 40 mm gaten voor de meetinstrumenten. Wie niet wil vijlen, koopt een gatenzaag van 40 mm, zet deze in de boormachine in de boorstandaard.

**7.43 Een universele analoge trainer**




**Figuur 4/7.43-10:** De componentenopstelling van de hoofdprint.

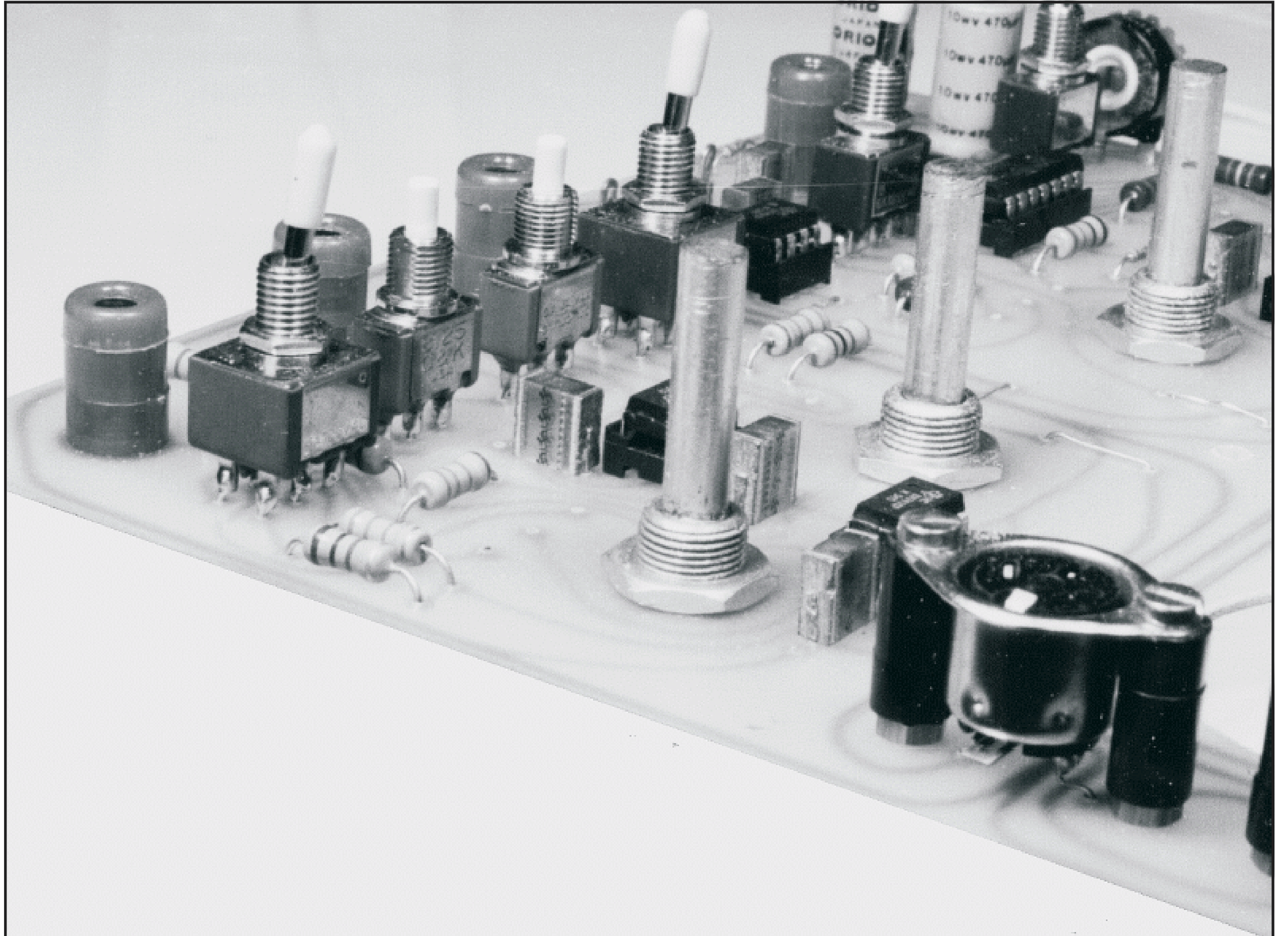
**7.43 Een universele analoge trainer**



**Figuur 4/7.43-11:** Het prototype van de hoofdprint. Let op! De layout van de print wijkt af van de definitieve versie van figuur 4/7.43-9.

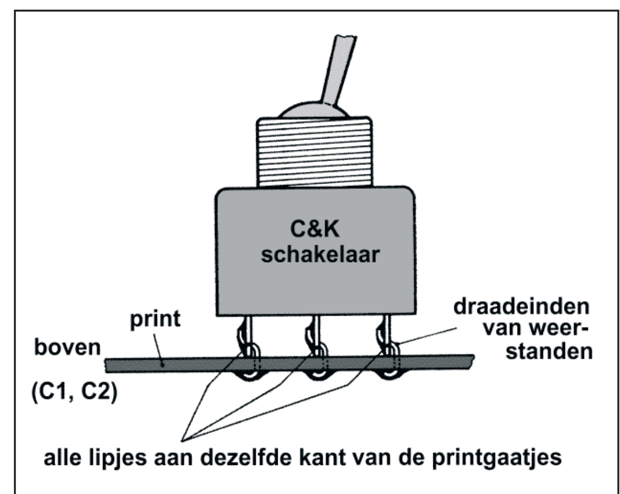
Na deze bewerkingen kan de print bestukt worden, volgens figuren 4/7.43-10 en -11.
We starten met de zeven draadbruggetjes, A tot en met G. Nadien komen de printsoldeerlipjes aan de beurt: drie voedingsaansluitingen (op de print gemerkt met +15 V, -15 V en massa), de 230 V gaatjes en de positieve en negatieve aansluitingen van de meetinstrumenten. Vervolgens de IC-voetjes en het kleine grut: dioden, weerstanden, condensatoren, elco's en instelweerstanden. De twee 470 μF printelco's (C1 en C2) mogen niet hoger zijn dan 20 mm, de afstand tussen print- en frontplaat. Koop dus exemplaren met een werkspanning van 15 V.
De volledige bestukte print is te bewonderen in figuur 4/7.43-11. Aan de hand van deze figuur, enige detailfoto's en tekeningen, kunnen we de rest van de onderdelen op de juiste manier huisvesten.
Eerst komen de schakelaars aan de beurt. We hebben zes enkelpolige omschakelaars, bijvoorbeeld type 7101 van C&K, nodig. Daarnaast twee dubbelpolige omschakelaars, type 7201 en tot slot twee enkelpolige drukschakelaars van het type 8125.
Figuur 4/7.43-12 geeft een impressie van de montage.

**7.43 Een universele analoge trainer**



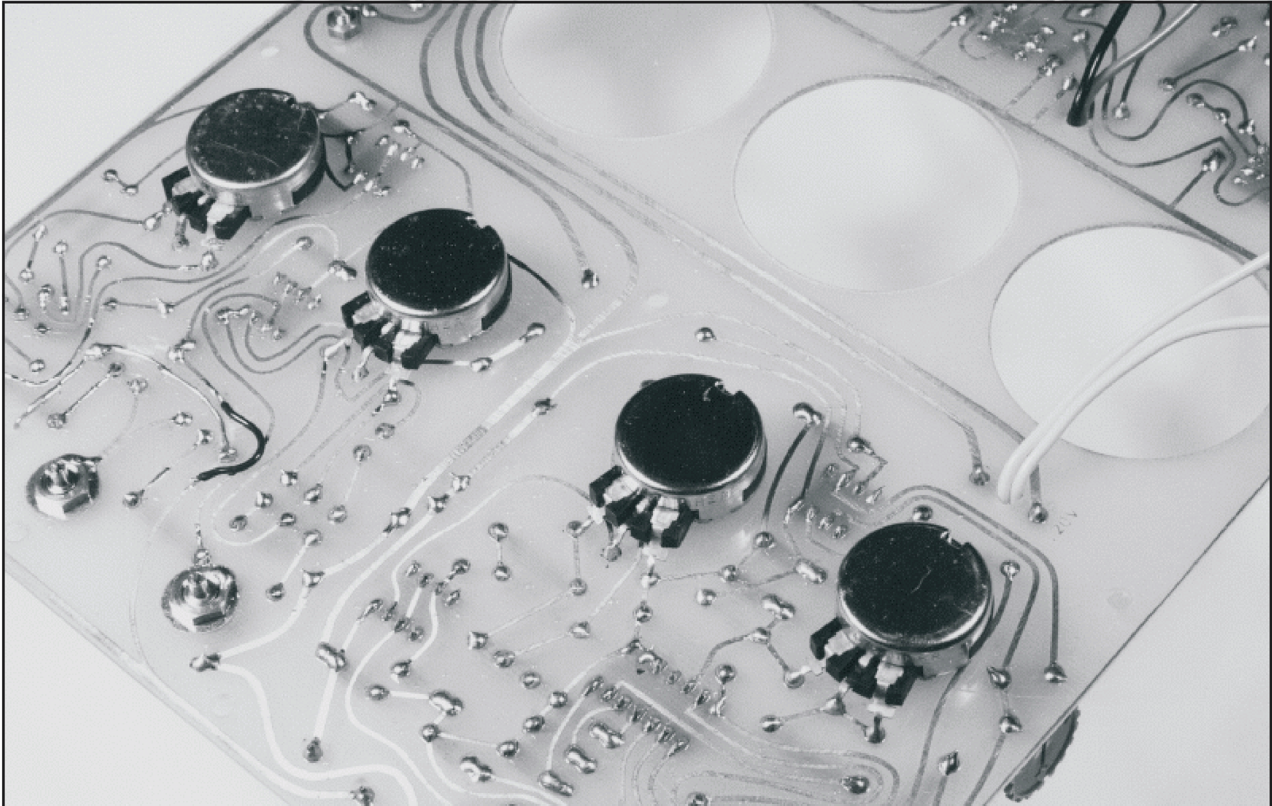
**Figuur 4/7.43-13:** Montage van de schakelaars en de stekkerbussen.

Soldeer eerst stevige draadjes, bijvoorbeeld de afgeknipte draadeinden van de gemonteerde weerstanden, in de schakelaarlipjes. Attentie: de draadjes moeten allemaal aan dezelfde zijde van de lipjes zitten!
Duw de schakelaars vervolgens in de print en wel zo, dat de onderkant van de lipjes worden geprikt als aangegeven in figuur 4/7.43-12. De lipjes moeten aan de bovenkant van de gaatjes staan. Zou men een schakelaar omgekeerd bevestigen, dan zit hij 2 mm te laag en past niet meer in het bevestigingsgat van de frontplaat!



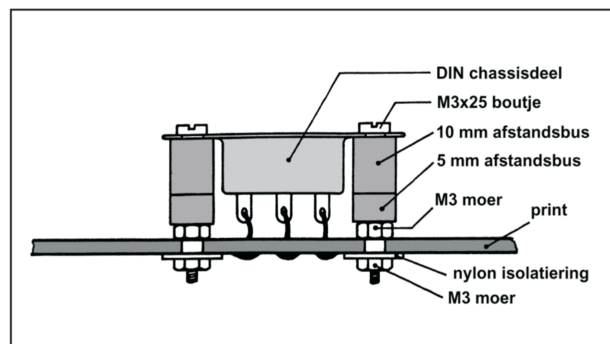

**Figuur 4/7.43-12:** De montage van de schakelaars op de hoofdprint.

**7.43 Een universele analoge trainer**



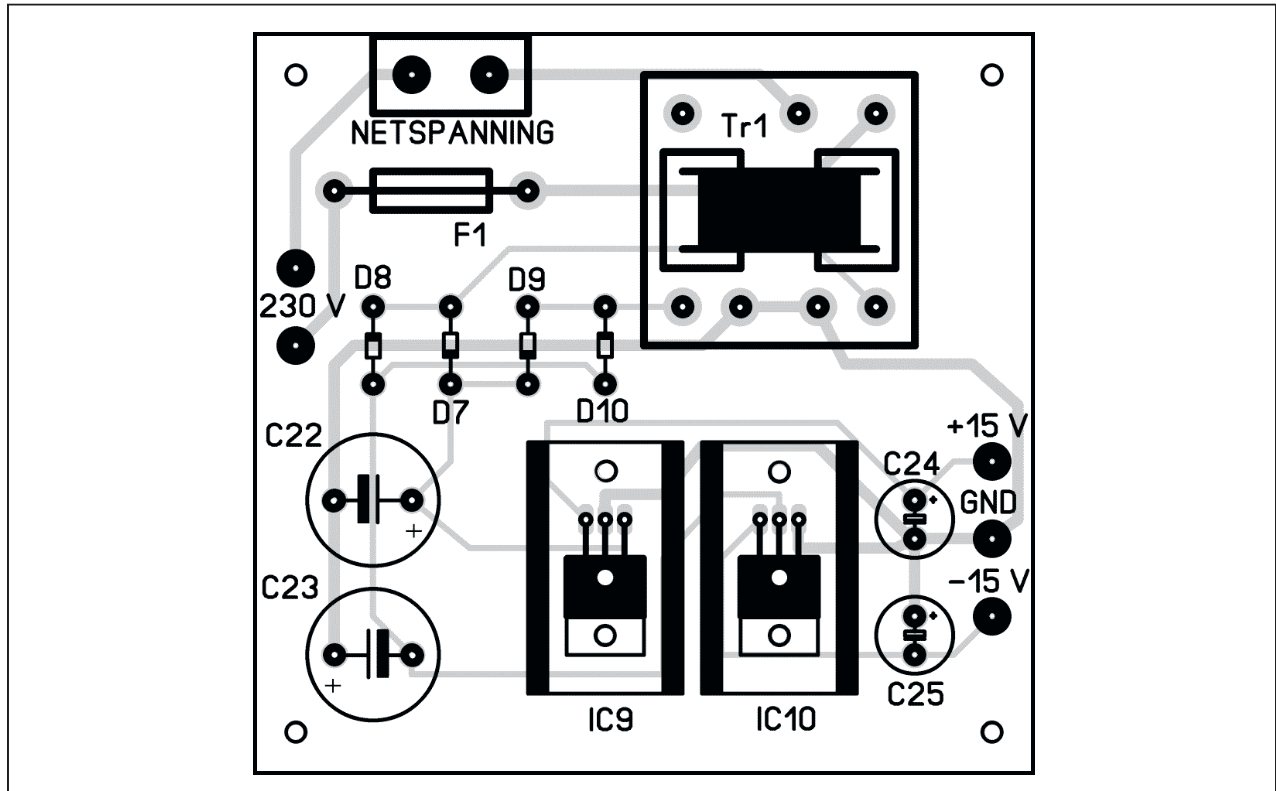
**Figuur 4/7.43-15:** De montage van de vier draaipotentiometers.

De twee drukschakelaars eisen extra aandacht. Let op de positie van de met "c", "no" en "nc" aangeduide contacten, vergelijk met figuur 4/7.43-10! Bovendien moeten deze schakelaars niet zo ver mogelijk in de print worden geduwd. De schakelaarlipjes zitten 2 mm van de print af. Figuur 4/7.43-13 geeft een detailbeeld van de montage van de schakelaars. Uit deze foto volgt ook hoe de stekkerbussen op de print komen. Voor ieder gat heeft u de onderdelen van twee stekkerbussen nodig. Het schroefje en het ringetje worden verwijderd en nadien duwt u een extra isolatiebus om het metalen gedeelte. Deze combinatie gaat op de print en wordt aan de koperzijde op het eilandje vastgeschroefd.
Vervolgens kunnen we de twee driepolige DIN-chassisdelen bevestigen, volgens figuur 14. Deze tekening is duidelijk, dachten wij. Let op! Op de foto van figuur 4/7.43-13 is de bus verkeerd om gemonteerd. Ook het sporenpatroon van de print klopt niet met de uiteindelijke lay-out.



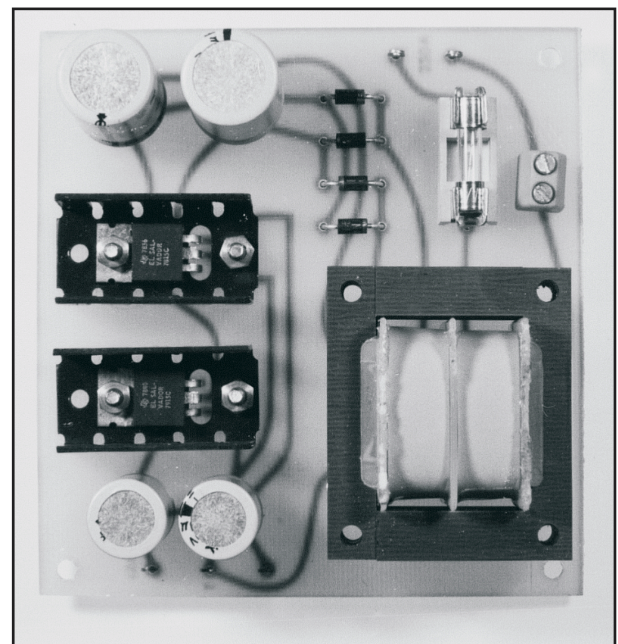

**Figuur 4/7.43-14:** De montage van de twee chassisdelen voor het voeden van de experimenteerschakelingen.

**7.43 Een universele analoge trainer**



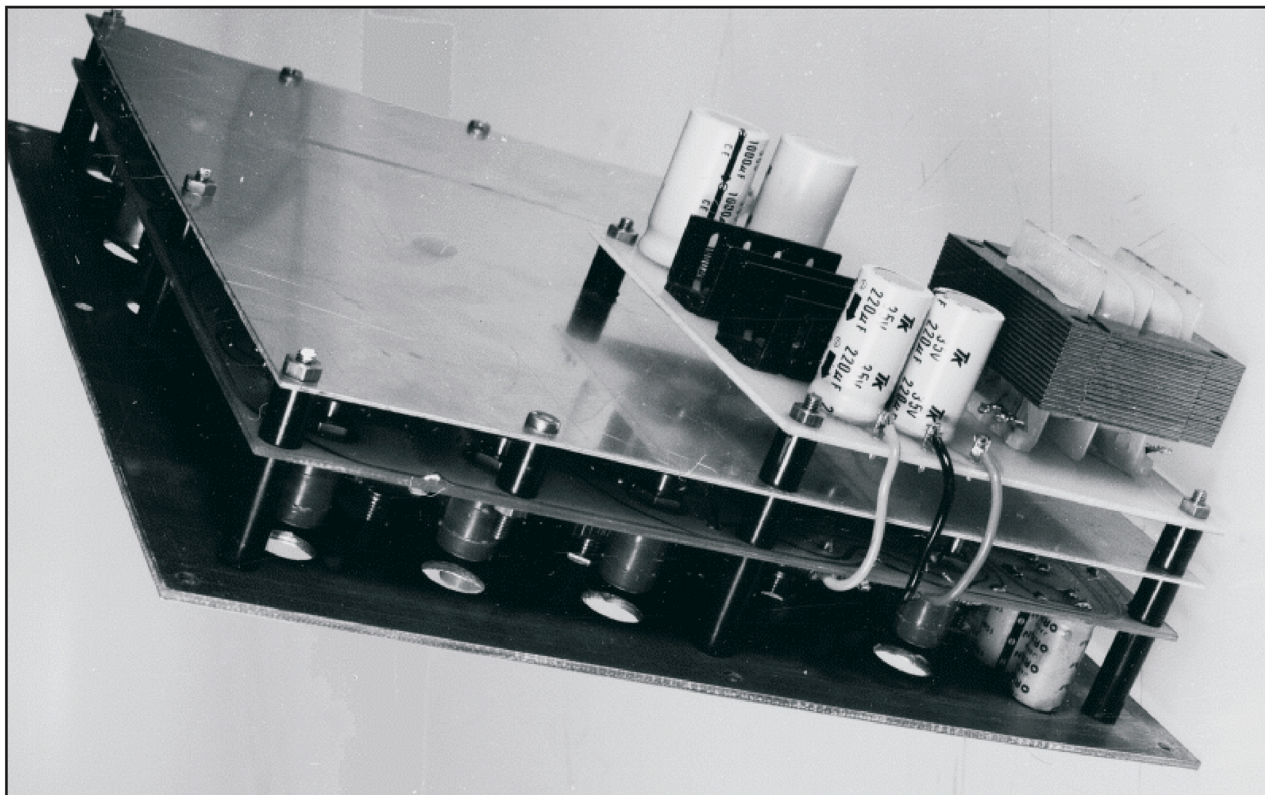

**Figuur 4/7.43-17:** De componentenopstelling van de voedingsprint.

Als laatste stap moeten we de vier potentiometers bevestigen. Nadat de assen op de juiste lengte zijn gezaagd (afhankelijk van de knoppen die u gekocht heeft) kunnen ze op de print worden geschroefd en de aansluitlipjes op de koperzijde vastgesoldeerd, volgen figuur 4/7.43-15. Ook op deze foto zit een afwijking in het sporenpatroon. Een printontwerpfout is provisorisch verholpen met wat kraswerk en een draadje.
Alvorens we de hoofdprint terzijde leggen, worden acht soepele draadjes van 15 cm gesoldeerd op de printlipjes van de 230 V en de meteraansluitingen. Deze draadjes voeren we door de 3,5 mm gaatjes tussen de soldeerlipjes naar de koperzijde van de print, zie figuur 4/7.43-11.



**Figuur 4/7.43-18:** Het prototype van de voedingsprint.

**7.43 Een universele analoge trainer**



**Figuur 4/7.43-19:** De montage van de twee printen op de aluminium montageplaat en de frontplaat.

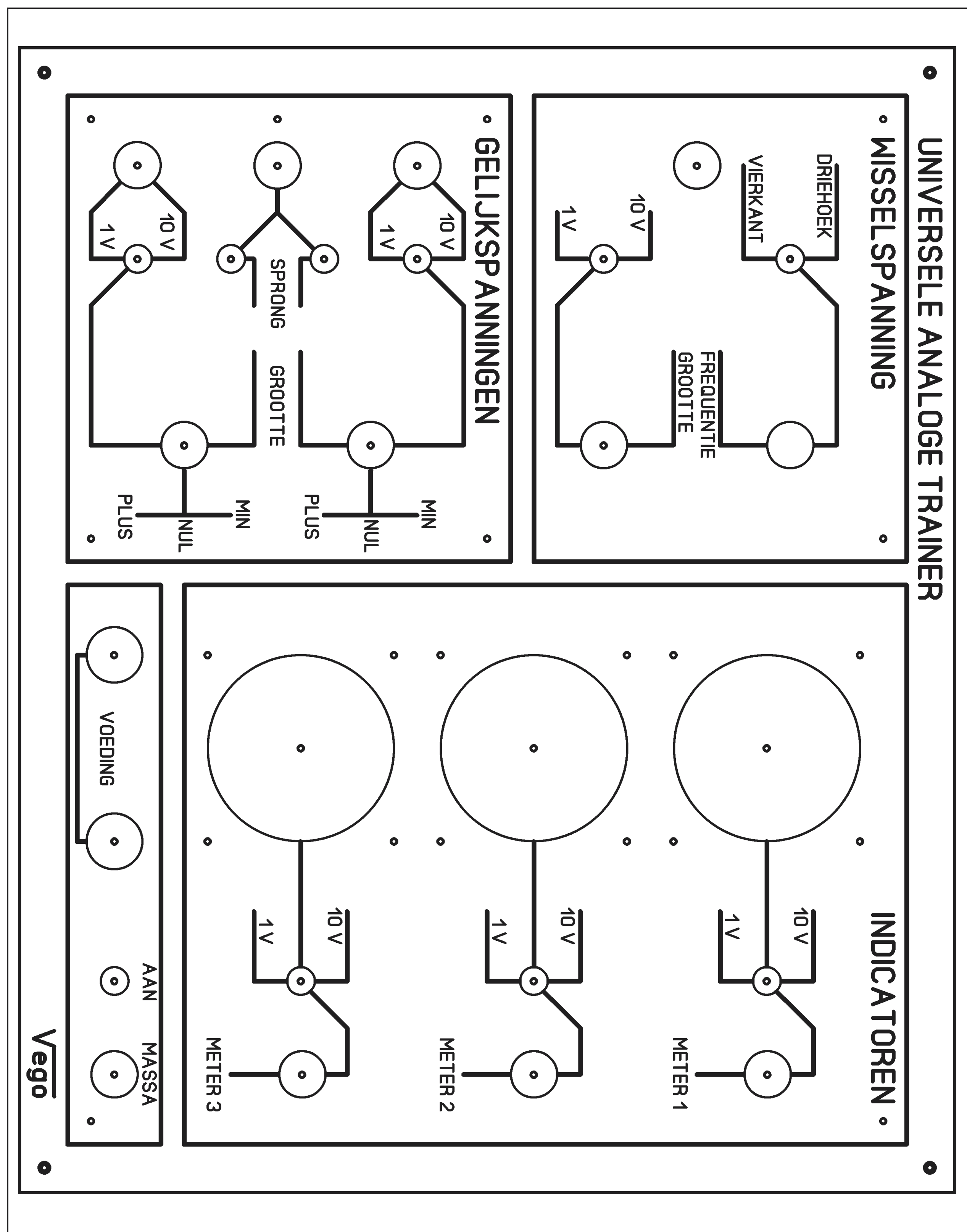
## De voedingsprint

De voeding van de trainer zit op een afzonderlijk printje, waarvan figuur 4/7.43-16 het ontwerp toont.
Deze print wordt gemonteerd volgens de figuur 4/7.43-17 en -18. Kinderspel! De twee stabilisatoren IC9 en IC10 worden op kleine U-vormige koelprofieltjes geschroefd.

## Het metaalwerk

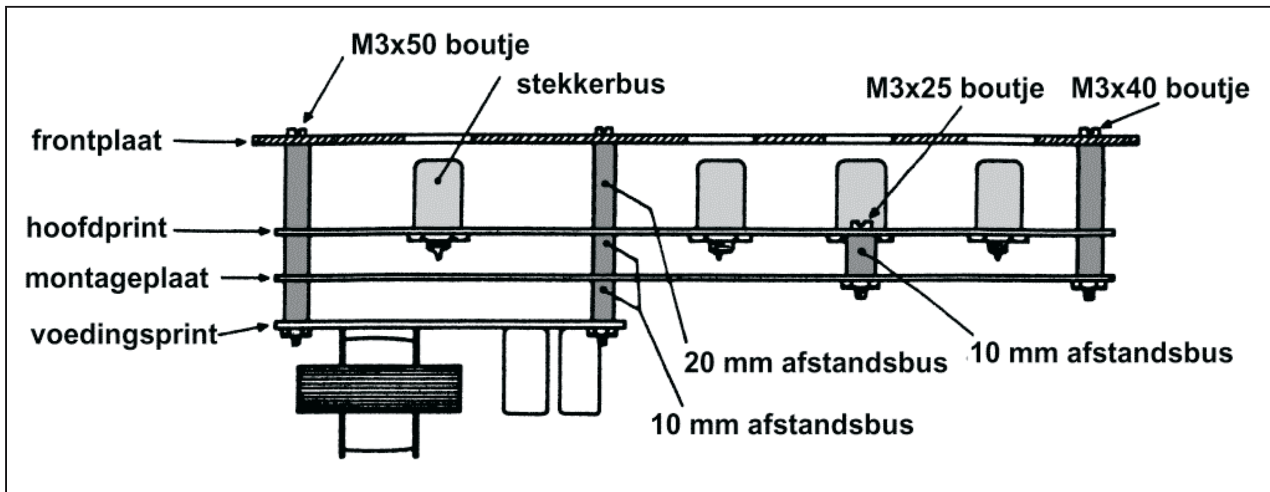
De twee printen worden als een soort sandwich aan elkaar en aan de frontplaat bevestigd, waarbij een aluminium montageplaat tussen beide printen wordt opgenomen. Hoe een en ander er uit komt te zien toont figuur 4/7.43-19. De aluminium montageplaat is snel gemaakt: zij is even groot als de hoofdprint en heeft slechts enige gaatjes. Om precies te zijn, elf gaatjes van 3,5 mm voor het doorvoeren van bevestigingsschroeven en een gat van 10 mm voor het solderen van de 230 V draadjes aan de voedingsprint. In dat gat komt trouwens een rubber tule.
Wél een probleem is de frontplaat. Hoe maak je als doe het zelver een mooie, professionele frontplaat? Allereerst hebben we een ontwerp nodig, liefst op ware grootte. Nu is de frontplaat van de analoge trainer 20 cm bij 24,5 cm groot en dat is te groot om in dit naslagwerk te worden afgedrukt. Vandaar dat figuur 4/7.43-20 verkleind is. Het zélf afdrukken op een standaard A4 inkjet printer gaat nét. De simpelste procedure om een mooi frontplaatje te krijgen is de volgende. Download het ontwerp van onze internetsite www.hobbyelektronica.nu en print het TIF-bestand tweemaal op een inkjet printer met als afmetingen 20 cm bij 24,5 cm.

## 7.43 Een universele analoge trainer




**Figuur 4/7.43-20:** Het verkleinde ontwerp van de frontplaat.

**7.43 Een universele analoge trainer**




**Figuur 4/7.43-21:** De montage van de twee printplaten op de frontplaat en de ondersteunende montageplaat.

Gebruik een stevig soort papier. Plak de eerste afdruk op een plaat aluminium en pons alle middelpunten van alle te boren gaatjes en gaten in het aluminium. Verwijder nu de afdruk en bewerk het plaatje aluminium. Als de frontplaat helemaal klaar is kunt u de tweede afdruk met tweezijdig klevende folie of met lijm uit de spuitbus op het aluminium plakken. Met een zeer scherp hobbymes kunt u nu de grote gaten uit het papier snijden, langs de rand van de gaten in de aluminium frontplaat.
Nog beter en mooier is gebruik te maken van het fotogevoelige en zelfklevende aluminium van 3-M Company, in de handel onder de naam "Scotchcal". De procedure is als volgt. Print het ontwerp af op de speciale transparante film die voor inkjet printers in de handel is. Belicht met deze film een plaatje Scotchcal aluminium, liefst met een hoogtezon. De belichtingstijd is afhankelijk van de afstand tussen lichtbron en fotogevoelig materiaal en kan experimenteel worden bepaald. Gebruik dus enige proefstrookjes voor het bepalen van de juiste belichting. Na ontwikkelen met de bijgeleverde ontwikkelaar ontstaat een zwart frontplaatje met aluminiumkleurige letters. Het kan natuurlijk voorkomen, dat u een aluminiumkleurig frontplaatje met zwarte tekst mooier vindt. Dat kan! Laadt het TIF-ontwerp in een grafisch programma en maak het negatief. Druk weer af op transparante film en belicht er het fotogevoelig aluminium mee.
Tip: spuit het Scotchcal plaatje af met transparante en matte vernis. De krasbestendigheid neemt toe en vingervlekken zijn minder zichtbaar. Nog een tip: iedere elektronicazaak verkoopt voor een prikje stukken epoxy printplaat zonder fotolaag. Dit materiaal laat zich gemakkelijker bewerken dan aluminium, het verbuigt niet en er ontstaan geen bramen bij het boren van gaten. Ideaal voor het maken van de frontplaat! Slottip: vaak is het erg moeilijk grote gaten, zoals voor de DIN-chassisdelen en de stekkerbussen, mooi rond te boren, zelfs bij gebruik van een boorstandaard. Boor deze gaten voor met een spiraalboortje van 6 mm en gebruik nadien een zogenaamde plaatboor voor het ruimen van de gaten. Zuiver rond en braamloos!

**7.43 Een universele analoge trainer**

**De eindmontage**
Nu alle ingrediënten aanwezig zijn, kunnen we het gerecht van figuur 4/7.43-19 gaan opdienen. De eerste stap is het samenschroeven van frontplaat en hoofdprint. De tekening van figuur 4/7.43-21 geeft weer hoe het moet met lange bouten en 10 mm en 20 mm afstandsbussen. Er komt echter een vertragende factor om de hoek kijken. De schaaltjes van de meetinstrumenten zijn geijkt in µA en dat kan natuurlijk niet. Dus: schaaltjes voorzichtig uit de meters halen (twee kleine schroefjes), met een scherp mesje met ronde punt de ongewenste cijfers wegschrapen (de schaalindeling blijft natuurlijk) en met zelfklevende cijfers een nieuw schaaltje ontwerpen volgens figuur 4/7.43-3. Dat gaat echt goed: de zwarte cijfers zijn fabrieksmatig op het witgeschilderde schaaltje gezeefd en de zwarte verf laat makkelijk los, zonder de witte laag te beschadigen.
Nadat de schaaltjes weer op hun plaats zitten en de meetinstrumenten door middel van de vier bijgeleverde schroefjes op de frontplaat zijn bevestigd, kunnen frontplaat en hoofdprint verenigd worden. Als alles goed is gegaan, dan passen alle schakelaars precies in de gaatjes en staan de DIN- en stekkerbussen precies onder de gaten van de frontplaat. De assen van de schakelaars steken zelfs twee mm uit en door middel van de bijgeleverde moeren draaien we de zaak vast. We kunnen nu de meetinstrumenten aansluiten, zie figuur 4/7.43-22. Nu staat niets ons in de weg (behalve misschien een vers kopje koffie) om de printencombinatie te voltooien.
De M3-moertjes, gebruikt voor de provisorische bevestiging van print op front worden verwijderd, op de schroeven komen 10 mm lange afstandsbussen en daarop de aluminium montageplaat. Voer de twee draadjes van de 230 V soldeerlipjes van de hoofdprint door de rubber tule.



**Figuur 4/7.43-22:** Het aansluiten van de drie draaispoelmeters.

Vervolgens kunt u een groot aantal schroeven met M3-moertjes zekeren. Vier blijven nog even open, daar komen weer 10 mm afstandsbusjes overheen en nadien de voedingsprint. Dan kunt u ook die schroeven vastdraaien. Op drie punten brengen we extra steunschroeven aan tussen hoofdprint en montageplaat, natuurlijk met tussenschakeling van afstandsbusjes. Deze schroeven voorkomen mechanische belasting van de print bij het induwen van banaanstekkers in de stekkerbussen.

**7.43 Een universele analoge trainer**

De twee printen worden nu verbonden. De 230 V draadjes aan de ene kant van de voedingsprint en drie draadjes van de +15 V, -15 V en massa aansluitingen van de ene print gaan naar de gelijknamige aansluitingen van de andere print. De trainer is klaar om afgeregeld te worden.

### Het in bedrijf stellen

Verbindt een netkabel met het print-kroonsteentje op de voedingsprint en schakel het apparaat aan. De drie meters zullen waarschijnlijk iets afwijkend van nul aanwijzen. Laat het apparaat een kwartiertje opwarmen en regels als volgt af.

– Nulstellen van de meters
  Zet de bereikenschakelaars op 1 V en verdraai de instelpotentiometers R29, R38 en R46 tot de meters 0 V aanduiden.
– IJking van de meetbereiken
  Sluit de drie ingangsbussen van de meters parallel aan op een van de uitgangen van de gelijkspanning. Sluit op deze uitgang bovendien een universeelmeter aan. Zet de bereikenschakelaars op 10 V en stel de uitgangsspanning van de trainer in op +10 V. Verdraai de instelpotmeters R34, R42 en R50 tot alle meters +10 V aanwijzen. Zet vervolgens alle bereikomschakelaars op 1 V en verdraai de potentiometer tot de uitgangsspanning van de trainer +1 V bedraagt. Regel R32, R40 en R48 af tot volle schaalaanduiding op de meetinstrumenten.
– Afregeling van de frequentiegenerator
  Sluit de uitgang van de functiegenerator aan op een van de meters. Zet de “Grootte”-potentiometer maximaal open en de bereikenknop op 10 V. Als u de functie-knop op de stand “Driehoek” zet en de frequentieknop in de middenstand, dan zal de naald van de meter langzaam heen en weer gaan tussen ongeveer -10 V en +10 V. Regel R8 af, tot die grenzen bereikt of niet meer overschreven worden. Er kan een kleine asymmetrie in het uitgangssignaal zitten, wat zich uit in bijvoorbeeld een iets lagere negatieve maximale spanning dan positief. Dit wordt veroorzaakt door het IC, is niet te verhelpen en bovendien geen probleem. Schakel nadien de functieschakelaar op “Vierkant” en regel R5 af op een spanningszwaai van -10 V naar +10 V. Ook hier kan een kleine asymmetrie aanwezig zijn.

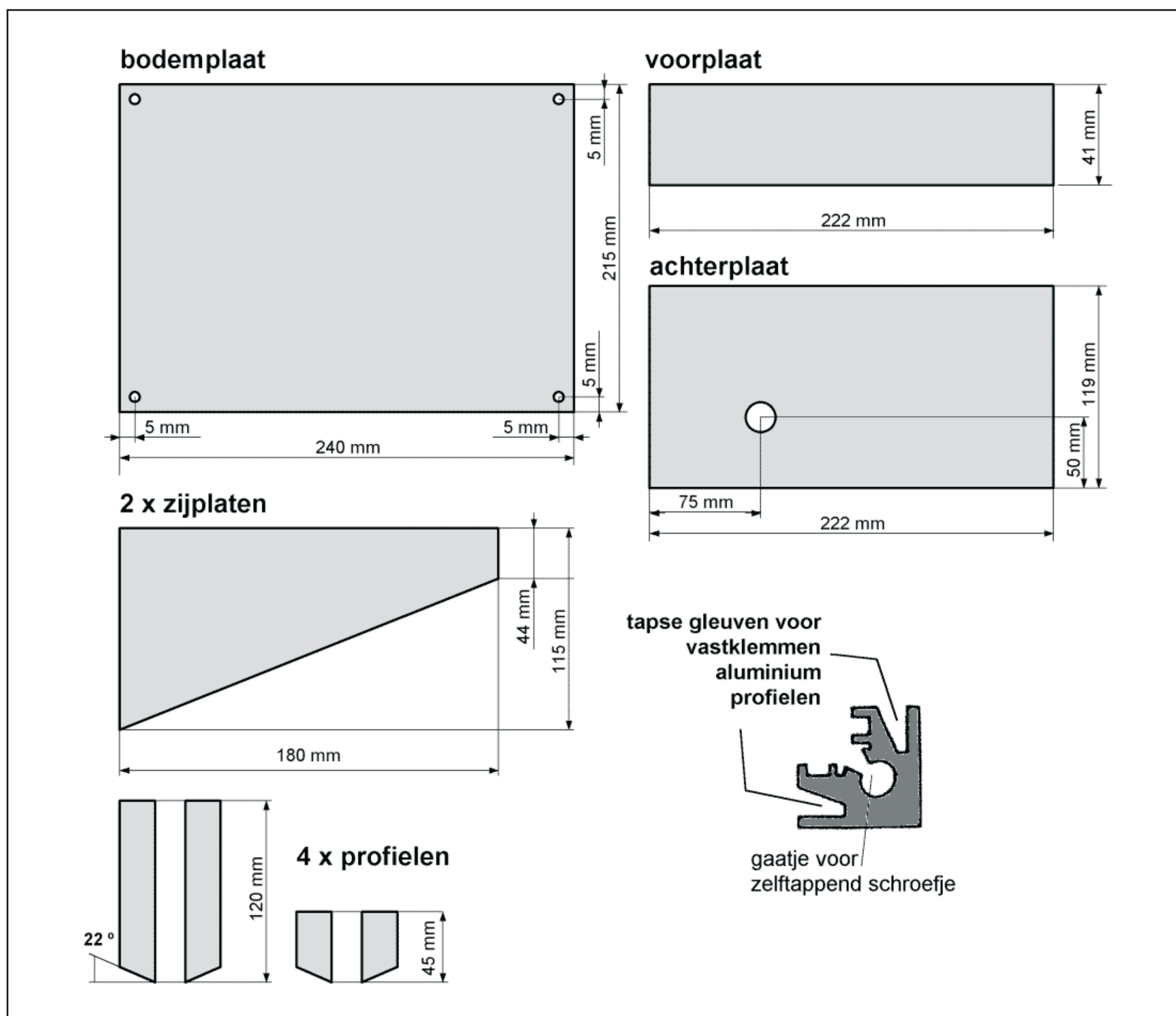
### De behuizing

Een mooie schakeling wil in een fraaie behuizing ondergebracht worden, zodoende hebben we aan de kast van de trainer de nodige aandacht besteed. Wat we willen bereiken is afgebeeld op figuur 4/7.43-23: een mooie zwarte kast met hellend front, zodat de trainer gemakkelijk te bedienen en af te lezen is.



**Figuur 4/7.43-23:** De behuizing waarin het prototype werd ondergebracht.

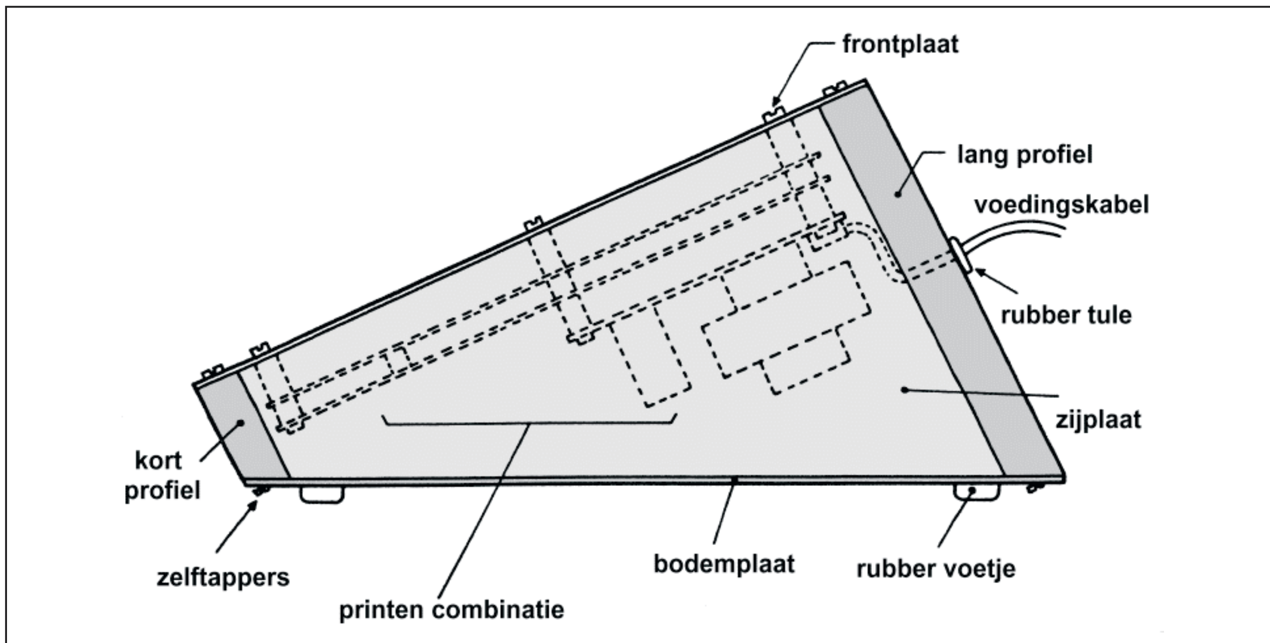
**7.43 Een universele analoge trainer**




**Figuur 4/7.43-24:** De afmetingen van de aluminium platen van de behuizing.

Vroeger zou het maken van zo'n kast een heel probleem zijn, nu gaat dat erg simpel. Er bestaat immers een speciaal aluminium hoekprofiel, waarin aluminium wandplaten te bevestigen zijn. Het enige dat we moeten doen is een aantal aluminium platen op maat zagen, vier stukjes profiel van de juiste lengte zagen en de kast in elkaar zetten. Figuur 4/7.43-24 geeft alle nodige informatie.
Weer een tip: in plaats van het moeizame zagen kunt u de 1 mm dikke aluminiumplaat ook breken. Dat gaat als volgt. Teken eerst de afmetingen af. Kerf nadien aan beide zijden flink in met een Stanlymes (denk om de vingers) langs een metalen lat. Leg de plaat vervolgens met de kerf op de rand van de tafel. Buig de plaat voorzichtig heen en weer. Na enige malen buigen breekt het aluminium keurig op de kerf. Even naschuren met grof schuurpapier en u heeft een kaarsrechte rand.
Nadat alle platen en de profielen op maat zijn gemaakt en geschuurd, kunt u alles met spuitbusverf afwerken.

**7.43 Een universele analoge trainer**



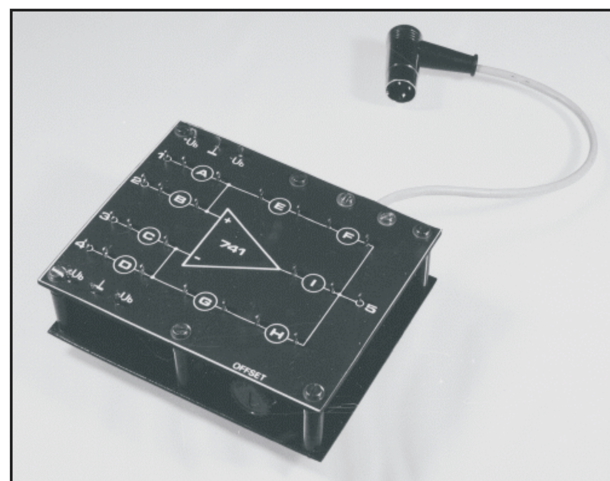

**Figuur 4/7.43-25:** Eindmontage van de universele analoge trainer.

Kies matte verf, stofjes vallen dan niet zo erg op. Vervolgens worden de delen provisorisch in de profielen geklemd, en kunt u de bodemplaat met zelftappers vastschroeven. Tot slot wordt de printencombinatie volgens figuur 4/7.43-25 gemonteerd.

# De universele 741 experimenteerprint

### Inleiding

Weliswaar is onze universele analoge trainer klaar voor gebruik, maar zonder experimenteerprintje heeft u er niet veel plezier van. Met dat experimenteerprintje kunt u schakelingen opbouwen rond een operationele versterker. Ook hieraan hebben we de nodige zorg besteed, kijk maar naar figuur 4/7.43-26, waar het experimenteerprintje voor de in de inleiding genoemde experimenten wordt gepresenteerd. Of, beter gezegd, een van de experimenteerprintjes, want sommige experimenten eisen twee op-amp's en dus ook twee printjes.

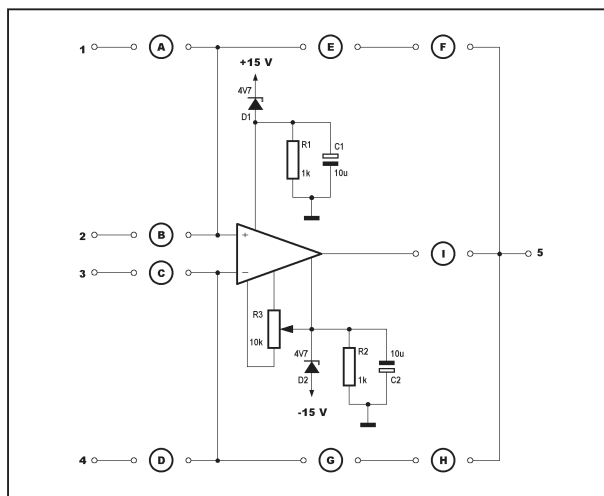



**Figuur 4/7.43-26:** Een van de twee experimenteerprintjes die nodig zijn voor het uitvoeren van alle in deel 3/97 beschreven experimenten.

**7.43 Een universele analoge trainer**

## Het schema

Het printje bevat één 741 op-amp, enige onderdelen voor de voeding van het onderdeel en verder een groot aantal soldeerlipjes, waarop de experimenteerschakeling wordt gebouwd. De genoemde onderdelen zitten ***op de koperzijde*** van de print, de andere zijde is voorzien van een afdrukje waarop een schema rond de op-amp is getekend. Het schakelingetje is getekend in figuur 4/7.43-27.




**Figuur 4/7.43-27:** Het schakelingetje op de experimenteerprint.

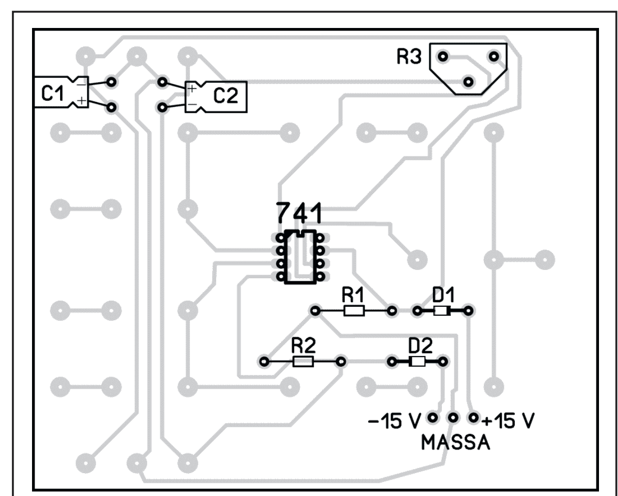
De voedingsaansluitingen van de op-amp worden niet rechtstreeks gevoed uit de beschikbare ±15 V. Deze spanningen worden door twee zenerdioden gereduceerd tot ongeveer ±10 V. Bij een aantal experimenten wordt de op-amp namelijk volledig uitgestuurd, hetgeen tot gevolg heeft dat de uitgangsspanning ongeveer gelijk wordt aan de voedingsspanning. Bij voeding met 15 V zou dat ongeveer 13 V zijn, een spanning die onze meters niet kunnen verwerken. Vandaar de enigszins gereduceerde voedingsspanning, zodat de uitgang van de op-amp nooit groter of kleiner dan 10 V kan worden.

Twee elcootjes zorgen voor de ontkoppeling van de voedingsspanningen, terwijl twee 1 kΩ weerstanden een permanente stroom door de zeners sturen, hetgeen de stabiliteit van de spanningen bevordert. Naast de twee weerstanden, elco's en zeners is een instelpotentiometertje aanwezig, waarmee we de offset van de op-amp kunnen wegregelen. Bovendien is nog plaats voor een aantal componenten, gemerkt van A tot en met I, die al dan niet gevuld wordt bij de diverse experimenten.

## De bouw van de experimenteerprint

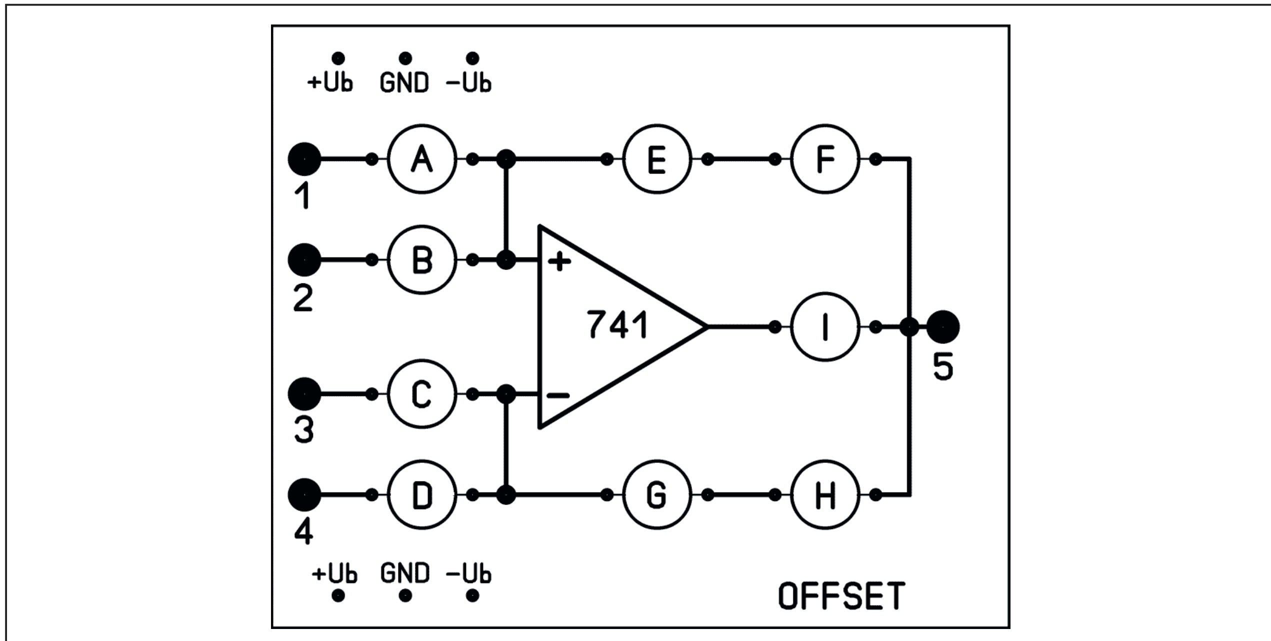
Het printontwerp is getekend in figuur 4/7.43-28, de bestukking volt uit figuur 4/7.43-29.

Eerst moeten we echter het frontplaatje maken en op de print plakken. Het ontwerp, op ware grootte, is te bewonderen in figuur 4/7.43-30. Dit kan op de reeds beschreven manier gedownload worden en afgedrukt op uw inkjet printer met als afmetingen 11 cm bij 9 cm.




**Figuur 4/7.43-29:** Bij de experimenteerprint worden de onderdelen op de ***koperzijde*** van de print gesoldeerd.

**7.43 Een universele analoge trainer**

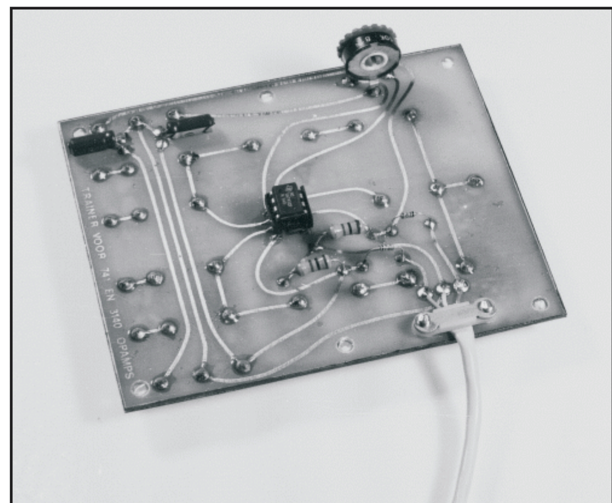



**Figuur 4/7.43-30:** Het frontplaat ontwerp van de experimenteerprint.

De acht onderdeeltjes kunnen vervolgens ***op de koperkant van de print worden gesoldeerd***, waarbij niet te lang verhitten de boodschap is. Als het epoxy te warm wordt, dan gaan er gassen ontstaan in de lijm waarmee de afdruk op de print is geplakt met als resultaat lelijke puisten. Nadien volgen 29 printsoldeerlipjes en deze komen uiteraard wel aan de “goede” kant van de print. De voedingsaansluitingen worden verbonden met de analoge trainer door middel van een drie-aderig kabeltje en een DIN-stekker. Een exemplaar, waarbij de draad de stekker aan de zijkant verlaat geniet de voorkeur. De drie aders van het kabeltje worden ook weer op de koperkant van de experimenteerprint gesoldeerd. Een trekontlasting, gesloopt uit een netsteker, zekert de kabel tegen mechanische trekbelasting.

Figuur 4/7.43-31 geeft de gemonteerde experimenteerprint. Het eindresultaat wordt perfect, als we nog een aluminiumplaatje maken ter grootte van de print en dit met 25 mm afstandsbusjes onder het printje schroeven.

**Het einde komt in zicht!**
Als allerlaatste bewerking moeten we vijf experimenteerkabeltjes maken, met aan de ene kant een banaanstekker en aan de andere een krokodilbek klemmetje.



**Figuur 4/7.43-31:** Een prototype van de experimenteerprint.

### 7.43 Een universele analoge trainer

De stekkers gaan naar de trainer, met de krokodilklem sluiten we het kabeltje aan op een van de soldeerlipjes van de experimenteerprint.

## ONDERDELENLIJST UNIVERSELE ANALOGE TRAINER

**WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %**

| | |
|---|---|
| R1 | 4,7 kΩ |
| R3 | 1,8 kΩ |
| R4,R26,R35,R43 | 10 kΩ |
| R6,R7,R9,R10 | 22 kΩ |
| R12,R15,R18,R21,R24,R25,R30 | 1 kΩ |
| R13,R16,R20,R23 | 33 kΩ |
| R17,R19 | 47 Ω |
| R27,R28,R36,R37,R44,R45 | 10 MΩ |
| R31,R39,R47 | 15 kΩ |
| R33,R41,R49 | 150 kΩ |

**INSTELPOTENTIOMETERS, 5 x 10 mm STAAND**

| | |
|---|---|
| R5,R32,R40,R48 | 10 kΩ |
| R8,R29,R38,R46 | 50 kΩ |
| R34,R42,R50 | 100 kΩ |

**DRAAIPOTENTIOMETERS, MONO, LINEAIR**

| | |
|---|---|
| R2 | 5 kΩ |
| R11,R14,R22 | 500 kΩ |

**CONDENSATOREN**

| | | |
|---|---|---|
| C1,C2 | 470 µF | 15 V printelco |
| C3-C21 | 100 nF | MKH |
| C22,C23. | 1000 µF | 35 V printelco |
| C24,C25 | 100 µF | 20 V printelco |

**HALFGELEIDERS**

| | |
|---|---|
| D1,D2 | 1N4148 |
| D3,D4 | 4,7 V, 400 mW zenerdiode |
| D5,D6 | 2,7 V, 400 mW zenerdiode |
| D7-D10 | 1N4004 |
| IC1 | XR2207 |
| IC2-IC8 | 741, mini-DIL |
| IC9 | 7815 |
| IC10 | 7915 |

**DIVERSEN**

| | |
|---|---|
| 6 | schakelaar 7101, C&K |
| 2 | schakelaar 7201, C&K |
| 2 | schakelaar 8125, C&K |
| 1 | trafo, 2 x 18 V, 2 x 200 mA |
| 1 | IC-voet, 14 pennen |
| 7 | IC-voet, 8 pennen |
| 2 | rubbere doorvoertules, 15 mm |
| 11 | instelwieltjes voor instelpotmeters |
| 16 | 4 mm stekkerbussen |

**7.43 Een universele analoge trainer**

| | |
|---|---|
| 2 | DIN chassisdeel, 3-polig |
| 3 | draaispoelmeters, Monacor type 2 |
| 2 | koelplaatje voor TO-220 |
| 2 | knopje voor 8125 schakelaar |
| 4 | pijlknop voor 6 mm as |
| 16 | printsoldeerlipje |
| 1 | netkabel met aangegoten stekker |
| 1 | printzekeringhouder |
| 1 | zekering 300 mA |
| 1 | printkroonsteentje, 2-polig |
| 4 | M3x10 boutje |
| 7 | M3x25 boutje |
| 5 | M3x40 boutje |
| 3 | M3x50 boutje |
| 32 | M3 moertje |
| 8 | zelftappers, 3 mm |
| 4 | 5 mm afstandsbusje |
| 19 | 10 mm afstandsbusje |
| 8 | 20 mm afstandsbusje |
| 2 | nylon isolatiering voor M3 |

## ONDERDELENLIJST EXPERIMENTEERPRINT

| | |
|---|---|
| 2 | 1 kΩ, 1/4 W weerstand |
| 2 | 4,7 V, 400 mW zenerdiode |
| 2 | 10 μF, 25 V printelco |
| 1 | 10 kΩ instelpotentiometer, staand, 5 x 10 mm |
| 1 | IC-voetje, 8 pennen |
| 1 | 741, mini-DIL |
| 1 | DIN-steker, 3-polig |
| 29 | printsoldeerlipje |
| 6 | M3x35 boutje |
| 6 | 5 mm afstandsbusje |
| 6 | 20 mm afstandsbusje |
| 6 | M3 moertje |
| 8 | nylon isolatiering, M3 |
| 1 | trekontlasting uit netstekker |

# HOE MAAKT U DE DRIE PRINTEN?

## OPTIE 1: zelf maken

U scant de twee volgende pagina's, haalt er de printen uit (PaintShop!) en drukt deze met een inkjet-printer af op het juiste formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

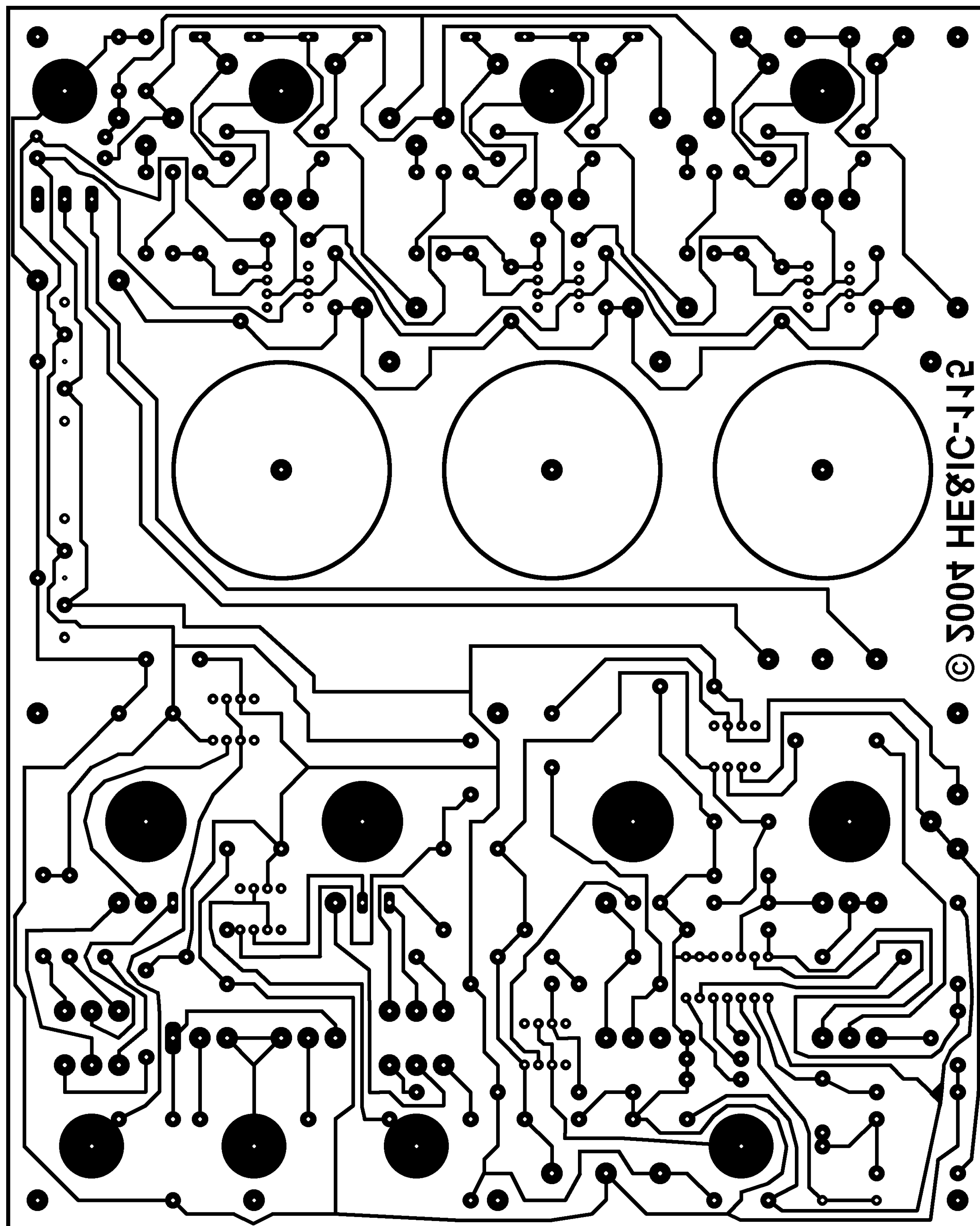
## OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie "Printservice". In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeld-bewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

## OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post de printontwerpjes op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

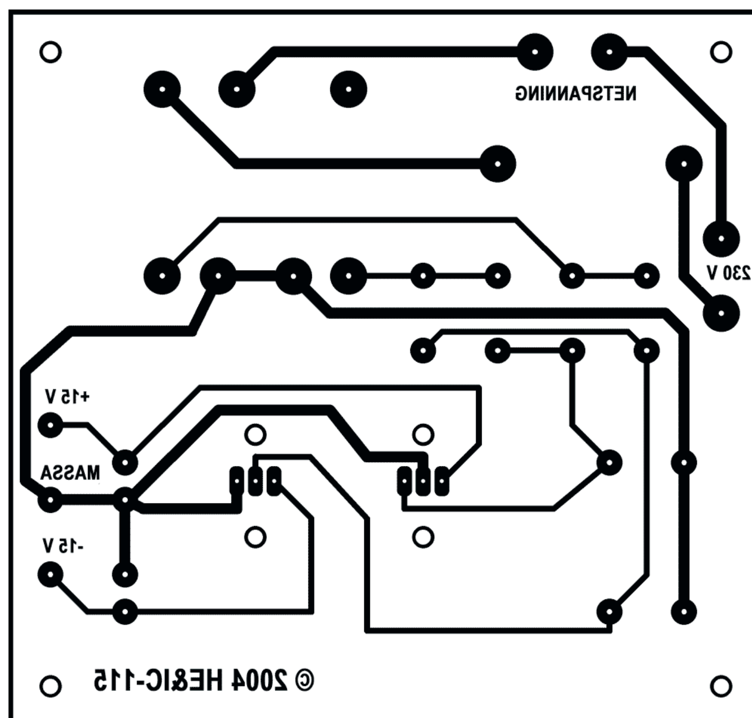
### 7.43 Een universele analoge trainer



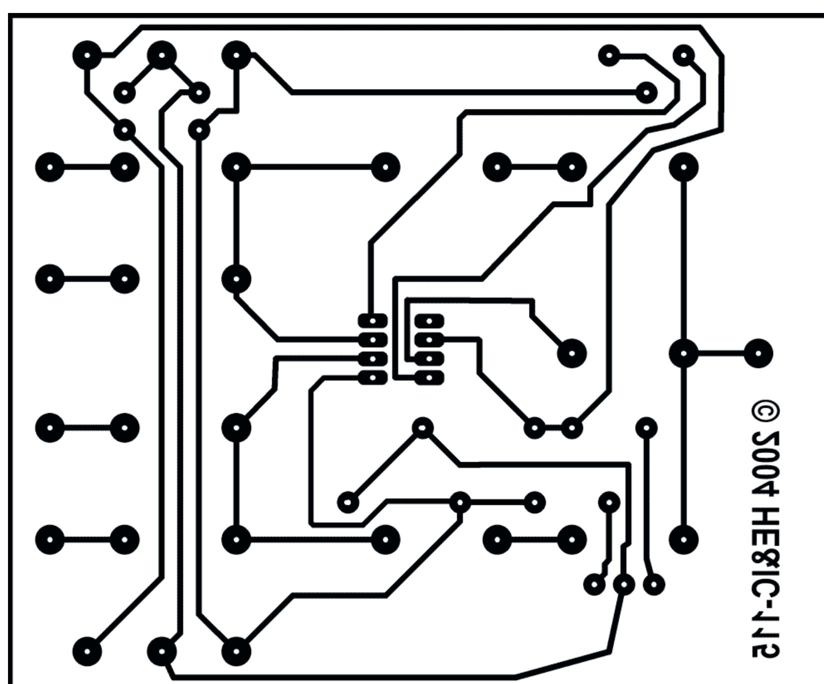
**Figuur 4/7.43-9:** De print van de universele analoge trainer, ware afmetingen 225 mm bij 180 mm.

## 7.43 Een universele analoge trainer

### 7.43 Een universele analoge trainer




**Figuur 4/7.43-16:** De print van de voeding, ware afmetingen 100 mm bij 95 mm.




**Figuur 4/7.43-28:** De experimenteerprint, ware afmetingen 90 mm bij 110 mm.

## 7.43 Een universele analoge trainer

# 4/9

# Modelbouw- en afstandsbesturingsschakelingen

**Inhoud**

## 4/9.9 Duo Memory Switch

*(verschenen in de 115e aanvulling)*

# 4/9.9

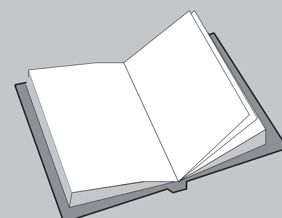
# Duo Memory Switch

**Twee onafhankelijke schakelkanalen over één kanaal**
Met deze Duo Memory Switch kunt u twee schakelfuncties onafhankelijk van elkaar via één servokanaal bedienen. Hiermee kunt u dus handige modelbouwfuncties als verlichting, een bluskanon, het landingsgestel en dergelijke op eenvoudige wijze echt werkend maken. De twee uitgangen zijn “open collector” waarmee u direct LED’s, lampjes of relais kunt aansturen. De maximale uitgangsstroom bedraagt 300 mA met weinig verlies. Zelfs 5 V relais kunnen betrouwbaar met de spanning van de ontvangeraccu worden ingeschakeld. Door de open collector uitgangen kunnen ook andere spanningsbronnen dan de ontvangeraccu worden gebruikt, zoals een 12 V boordaccu.

**Gegevens prototype**
– Voedingsspanning
  3,5 V tot 6,5 V
– Stroomopname bij 5 V
  Uitgangen uit: 2,5 mA
  1 uitgang aan: 10 mA
  2 uitgangen aan: 19 mA
– Uitgangsstroom bij $U_b$ = 3,5 V
  300 mA maximaal
– Verzadigingsspanning
  200 mV typisch
– Maximale schakelspanning
  45 V typisch
– Ingangsspanning
  2 V minimaal
– Reactiesnelheid
  1 s typisch
– Voetafdruk print
  73 x 27 $mm^2$

**Bediening**
Voor de bediening op de zender kunt u een standaard knuppelfunctie gebruiken, maar handiger is een tuimelschakelaar met middenstand, liefst terugverend. Door de schakelaar even omlaag te drukken gaat functie 1 aan, door hem nogmaals omlaag te drukken gaat functie 1 weer uit. Omhoog drukken van de schakelaar schakelt functie 2 aan en de tweede keer omhoog drukken zet de functie weer uit.

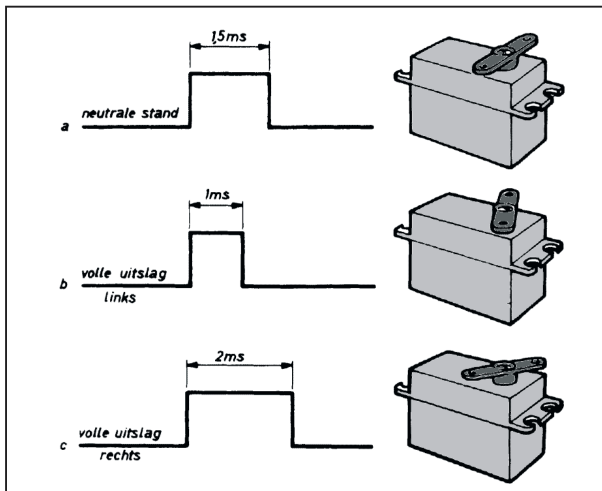
**LEES OOK:**
**Hoofdstuk 4/9.1**
**Hoofdstuk 4/9.2**



## 9.9 Duo Memory Switch

### De servopuls

De Duo Memory Switch wordt op één kanaal van de RC-ontvanger aangesloten. Het ingangssignaal is dus een servopuls, een puls die steeds wordt herhaald en waarvan de frequentie zo'n 50 Hz is. De tijdsduur (of breedte) van de puls is bepalend voor de stand van de servo: bij 1,5 ms staat de servo in de middenstand, bij 1 ms in de ene uiterste stand en bij 2 ms in de andere uiterste stand. Dit wordt voorgesteld in figuur 4/9.9-1.




**Figuur 4/9.9-1:** De stand van een servo wordt bepaald door een positieve impuls. De tijdsduur van die impuls, die ongeveer 50x per seconde wordt herhaald, is bepalend voor de stand van de servo.

Jammer genoeg worden door de fabrikanten van RC-apparatuur voor zowel de servopuls als voor de herhalingsfrequentie verschillende waarden gehanteerd:

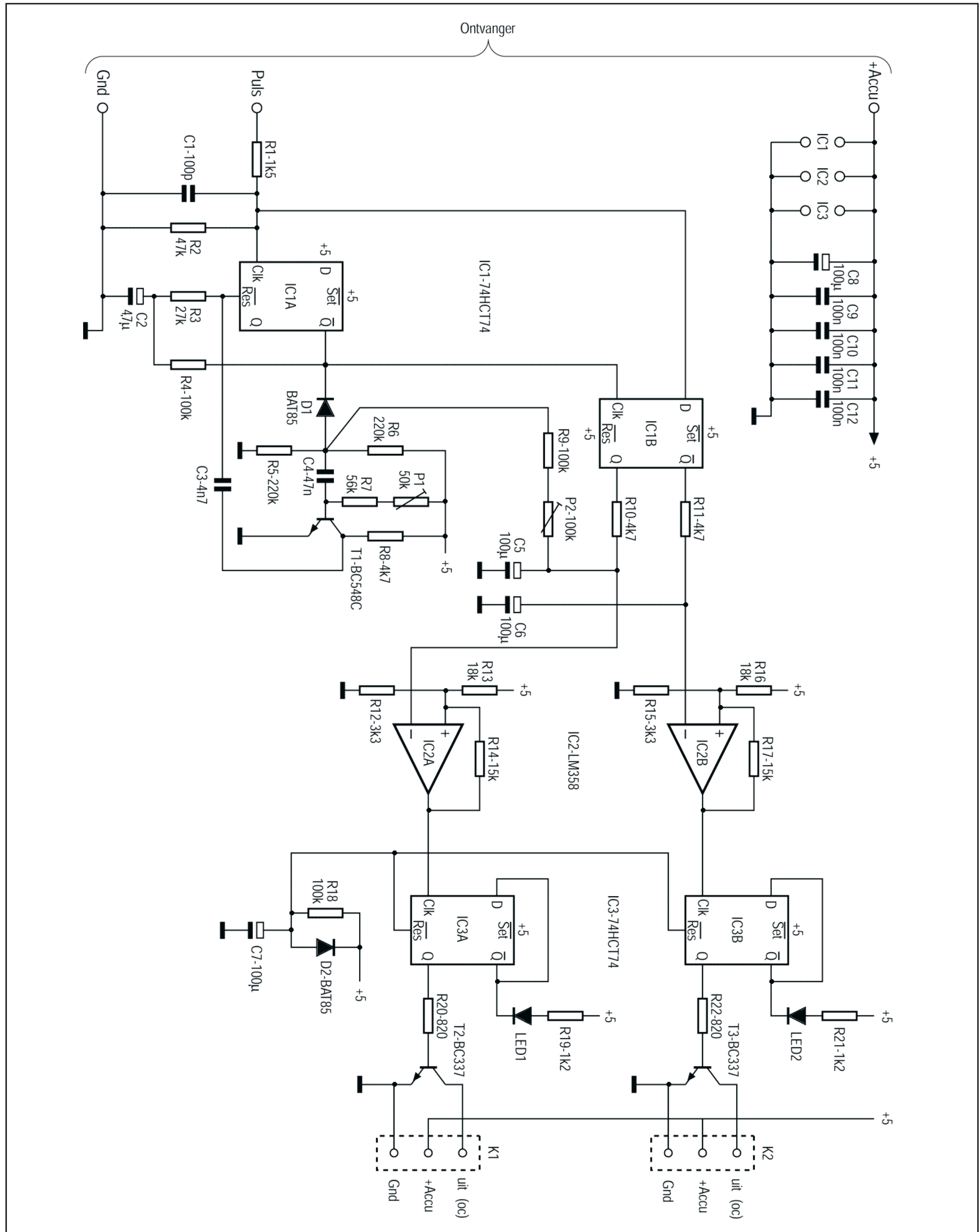
– Graupner, 50 Hz
  0,8 ms min
  1,5 ms neutraal
  2,2 ms max
– Multiplex, 40 Hz:
  1,05 ms min
  1,6 ms neutraal
  2,15 ms max
– Futaba, 50 Hz:
  0,9 ms min
  1,5 ms neutraal
  2,1 ms max
– Robbe, 50 Hz:
  0,65 ms min
  1,3 ms neutraal
  1,95 ms max
– Simprop, 50 Hz:
  1,2 ms min
  1,7 ms neutraal
  2,2 ms max

De verschillen zijn dus niet groot en de Duo Memory Switch kan met alle genoemde RC-sets werken.
Bij de heel snelle servo's die tegenwoordig verkrijgbaar zijn, is de herhalingsfrequentie belangrijk. Een servo die is ontworpen voor 50 Hz, zal bij 40 Hz niet maximaal presteren en een servo die is ontworpen voor 40 Hz kan bij 50 Hz in extreme gevallen zelfs onstabiel worden.

### Het schema

De schakeling, voorgesteld in figuur 4/9.9-2, is conventioneel van opzet. U heeft volledig inzicht in de werking en kunt, als dat nodig is, de schakeling aanpassen. Maar als we het schema wat aandachtiger bekijken zien we toch iets ongebruikelijks. IC1 en IC3 zijn IC's van het type HCT en die zijn TTL-compatibel: gespecificeerd voor een voedingsspanning van 4,5 V tot 5,5 V. Maar de ontvangeraccu levert een spanning van minimaal 4 V tot wel 6 V. Hoe zit dat?
Om de diverse delen van de schakeling direct, dus zonder niveau aanpassers, met elkaar en met de ontvanger te kunnen verbinden is het nodig dat de ingangen TTL-compatibel zijn en de uitgangen CMOS-niveau's hebben.

## 9.9 Duo Memory Switch




**Figuur 4/9.9-2:** Het volledig schema van de Duo Memory Switch.

### 9.9 Duo Memory Switch

Nu is de HCT-familie een "subset" van de HC-familie, die kan werken met een voedingsspanning van 2 V tot 6 V. Het is dus een vrij logische gedachte dat de HCT-IC's ook kunnen werken met een voedingsspanning van 2 V tot 6 V, maar alleen in het gebied van 4,5 V tot 5,5 V TTL-compatibel zijn. Bij metingen aan verschillende HCT IC's, onder andere van Philips en Texas Instruments, bleken deze prima te functioneren met voedingsspanningen van 3,5 V tot 6,5 V. Het schakelpunt van de ingang bleek steeds op circa 25 % van de voedingsspanning te liggen. Vandaar onze keuze voor de 74HCT74, al zit daar misschien een klein risico in.

**De spanningsgestuurde MMV**
De servopuls wordt via het HF-filter R1 en C1 naar de Clock-ingang van flip-flop IC1A gevoerd. R2 zorgt ervoor dat deze ingang normaal laag is. Flip-flop's 74HCT74 reageren op de hoogte van de spanning en de flanksteilheid van de servopuls is niet zo belangrijk. Op de positieve flank van de puls "klapt" de flip-flop om en Q-niet wordt laag omdat de Data-ingang hoog is. Via D1 wordt de linkerplaat van C4, die door R5 en R6 op de helft van de voedingsspanning lag, op 0 V gebracht. Deze "spanningssprong" wordt via C4 overgebracht naar de basis van T1. T1 was in geleiding, door P1 en R7 liep basisstroom, maar gaat nu sperren. De collectorspanning wordt hoog. De spanning op de basis van T1, die 0,7 V was, wordt nu verlaagd met de helft van de voedingsspanning: bij +Accu = 5 V wordt de spanning op de basis -1,8 V. Via P1 en R7 wordt nu de rechterplaat van C4 opgeladen tot de basis/emitter-diode van T1 gaat geleiden. De oplading stopt en T1 gaat geleiden, de collectorspanning wordt laag. Via C3 wordt nu door een (korte) negatieve puls op Res-niet, flipflop IC1A gereset, Q-niet wordt weer hoog.
Samengevat: Door de positieve flank van de servopuls wordt Q-niet van IC1A laag. Q-niet blijft laag, tot C4 voldoende is opgeladen om T1 weer te laten geleiden, dan wordt IC1A gereset. De tijdsduur van de puls hangt af van de spanningssprong op de linkerplaat van C4. Een hogere spanning geeft een langere puls, een lagere spanning een kortere. Bij de "normale" spanning (de halve voedingsspanning) regelen we P1 zo af, dat de tijdsduur van de puls gelijk is aan de neutrale tijdsduur van de servopuls.
Dit deel van de schakeling wordt ook wel een "monostabiele multivibrator" genoemd. Na "triggering" wekt een MMV eenmalig een puls op, waarvan de tijdsduur onafhankelijk is van die van de triggerpuls. Deze MMV is bovendien spanningsgestuurd en de pulstijd heeft een vrij lineair verband met de stuurspanning. De twee takken van onze MMV (de flip-flop en T1 met bijbehoren) zijn door twee condensatoren (C4 en C3) kruislings met elkaar verbonden en hierin schuilt een potentieel gevaar. Door een samenloop van omstandigheden zou een situatie kunnen ontstaan waarbij Q-niet steeds laag blijft. De schakeling zou dan "voor eeuwig" geblokkeerd blijven, als niet een voorziening was opgenomen. Als Q-niet laag blijft wordt condensator C2 door R4 ontladen en wordt na enige tijd de flip-flop toch gereset. Op normaal bedrijf hebben R4 en C2 geen invloed.

**De fasevergelijker**
De puls op Q-niet van IC1A is negatief. Afloop van de puls veroorzaakt een posi-

**9.9 Duo Memory Switch**

tieve flank op de Clock van IC1B. Nu zijn er twee mogelijkheden: de servopuls op de ingang en dus de "D" van IC1B is er nog, of hij is er niet meer. In het eerste geval wordt Q van IC1B hoog en in het tweede geval laag. Als Q laag wordt, wordt via R10 elco C5 ontladen en zakt de spanning. Via P2 en R9 wordt ook de spanning op de MMV (knooppunt R5-R6) lager en de MMV-puls korter. Deze situatie blijft bestaan tot de MMV-puls korter is dan de servopuls, dan wordt Q weer hoog. In het tweede geval zal Q eerst hoog worden waardoor de MMV-puls langer wordt, tot hij weer gelijk is geworden aan de servopuls.
Met de servopuls in de neutrale stand, zal IC1B even lang in- als uitgeschakeld zijn, de werkslagen op Q en Q-niet zullen 50 % zijn en over zowel C5 als C6 zal de halve voedingsspanning staan.
Een bijzondere situatie ontstaat als P2 zijn maximale weerstandswaarde heeft. Bij de uiterste waarden van de servopuls (1 ms of 2 ms) heeft de spanning niet genoeg "kracht" om de MMV-puls gelijk aan de servopuls te maken. IC1B blijft dan steeds hoog of laag. De MMV-puls blijft achter bij de servopuls.

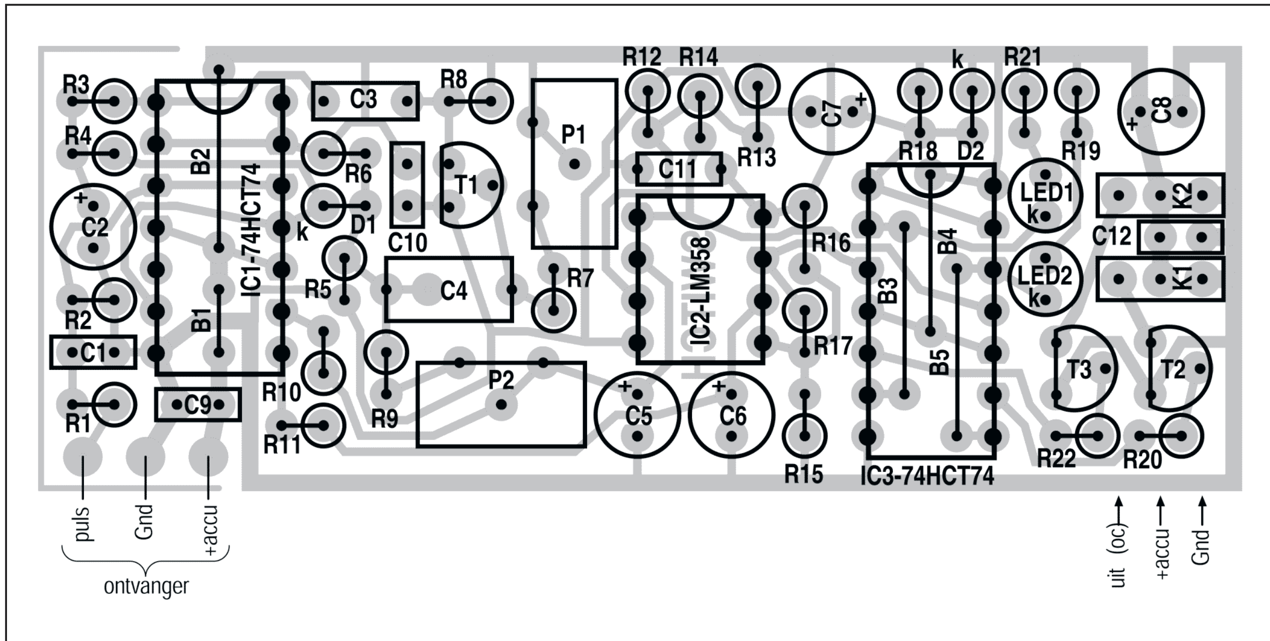
**De comparatoren met hysteresis**

Op de achterflank van de MMV-puls wordt de fase van de servopuls "bekeken" en IC1B gezet of gereset. Deze toestand blijft bestaan tot de volgende achterflank, dus ongeveer 20 ms. De gemiddelde spanningen op de elco's C5 en C6 hangen af van de tijdsduur van de servopuls, maar bovendien staan er driehoeksspanningen met een maximale amplitude van ongeveer 200 mV, de preciese waarde hangt af van onder andere de RC-tijden van R10/C5, R11/C6 en de voedingsspanning. Voor de omzetting van dit "analoge" signaal in een digitaal signaal, dus een "L" of een "H" worden comparatoren gebruikt met hysteresis. Dat zijn IC2A en IC2B, op-amp's van het type LM358 die al met een (enkelvoudige) voedingsspanning van ongeveer 3 V kunnen werken. De maximale zwaai van de uitgang is van 0 V tot $V_{cc}$ - 1,3 V, waarbij $V_{cc}$ de voedingsspanning is.
We nemen IC2A als voorbeeld. Door R12 en R13 wordt de positieve ingang van de op-amp op een bepaald spanningsniveau gehouden. Als de uitgang van de op-amp hoog is, wordt de spanning verhoogd door de meekoppeling via R14. Is de uitgang daarentegen laag, dan wordt de spanning verlaagd. Als de spanning op de negatieve ingang van de op-amp hoog is, dan is de spanning op de uitgang laag. Zakt nu de spanning op de negatieve ingang onder 670 mV, dan wordt de uitgang een beetje hoger en door de meekoppeling ontstaat een kettingreactie die de op-amp doet omklappen. Stijgt de spanning op de negatieve ingang weer, dan herhaalt de cyclus zich in omgekeerde richting bij een spanning van 1.230 mV. Het spanningsgebied tussen 670 mV en 1.230 mV is de hysteresis van de comparator. Deze hysteresis hangt natuurlijk ook af van de voedingsspanning. De waarde van de hysteresis is altijd groter dan de grootte van de eerder genoemde driehoeksspanning, die hierdoor op effectieve wijze onschadelijk wordt gemaakt met als resultaat een perfect digitaal uitgangssignaal.

**Memory en schakeltrappen**

Het digitale signaal wordt gebruikt als Clock voor de flip-flop's IC3A en IC3B. Door de verbinding van Q-niet met D werken ze als tweedelers. Bij het eerste Clocksignaal wordt Q hoog.

### 9.9 Duo Memory Switch




**Figuur 4/9.9-4:** De componentenopstelling van de print.

Bij een volgende Clock wordt Q weer laag, dan weer hoog, enzovoort. De LED's branden als de flip-flop is gezet, dan is Q hoog en krijgen de transistoren T2 en T3 basissturing via R20 en R22. Bij 4 V voedingsspanning bedraagt de basisstroom ongeveer 4 mA, toereikend om de BC337-40 in verzadiging te brengen bij een collectorstroom van 300 mA. De verzadigingsspanning bedraagt slechts 200 mV, zodat ook 5 V relais betrouwbaar uit de ontvangeraccu kunnen worden ingeschakeld, zelfs bij 4 V accuspanning.

Na inschakelen worden de flip-flop's door C7, R18, D2 gereset gehouden gedurende circa 3 s. In die tijd heeft de schakeling gelegenheid zich in te stellen en stabiel te worden. De uitgangen zijn daardoor standaard uit. Belangrijk is wel, dat u de normale procedures voor het aan- respectievelijk uitschakelen van de RC-set volgt: eerst de zender aan, dan de ontvanger aan! En, eerst de ontvanger uit, dan de zender uit!

**De bouw van de schakeling**

Voor de Duo Memory Switch is een enkelzijdige print ontworpen waarvan figuur 4/9.9-3 op de laatste pagina van dit hoofdstuk de lay-out laat zien en figuur 4/9.9-4 de onderdelen opstelling. Als u zich houdt aan de in de lijst vermelde onderdelen past alles perfect en is het bouwen een plezierig werkje. Onder de voetjes voor IC1 en IC3 liggen 5 draadbruggen, monteer die als eerste en gebruik IC-voetjes met buscontacten.

Voor P1 en P2 kunnen Piher instelpotentiometers worden gebruikt, maar ook Conrad heeft passende Cermet potjes. Bij de tantaalelco is soms onduidelijk wat de plus is, het is de langste aansluitdraad. Als u de belastingen vanuit de ontvangeraccu wilt voeden, dan is het een goed idee om 0,25 $mm^2$ servosnoer te gebruiken, anders is een standaardsnoertje bruikbaar. Servosnoertjes die in de handel verkrijgbaar zijn, hebben krimpverbindingen wat betrouwbaarder is dan zelfgemaakte soldeerverbindingen.

### 9.9 Duo Memory Switch

## ONDERDELENLIJST

**WEERSTANDEN, 5 %, 1/4 W**

| | |
|---|---|
| R1 | 1,5 kΩ |
| R2 | 47 kΩ |
| R3 | 27 kΩ |
| R4,R9,R18 | 100 kΩ |
| R5,R6 | 220 kΩ |
| R7 | 56 kΩ |
| R8,R10,R11 | 4,7 kΩ |
| R12,R15 | 3,3 kΩ |
| R13,R16 | 18 kΩ |
| R14,R17 | 15 kΩ |
| R19,R21 | 1,2 kΩ |
| R20,R22 | 820 Ω |

**INSTELPOTENTIOMETERS, STAAND, RM5/2,5**

| | |
|---|---|
| P1 | 50 kΩ |
| P2 | 100 kΩ |

**CONDENSATOREN**

| | | | |
|---|---|---|---|
| C1 | 100 | pF | ceramisch RM 2,5 |
| C2 | 4,7 | µF | tantaal RM 2,5 |
| C3 | 4,7 | nF | Wima RM 5 |
| C4 | 47 | nF | MKT RM 7,5 |
| C5,C6,C7,C8 | 100 | µF | 10 V mini elco RM 2 |
| C9,C10,C11,C12 | 100 | nF | multilayer RM 2,5 |

**HALFGELEIDERS**

| | |
|---|---|
| T1 | BC548C |
| T2,T3 | BC337-40 |
| D1,D2 | BAT85 of BAT48 |
| LED1,LED2 | LED, rood 3 mm, low current |
| IC1,IC3 | 74HCT74, DIL-14 |
| IC2 | LM358, DIL-8 |

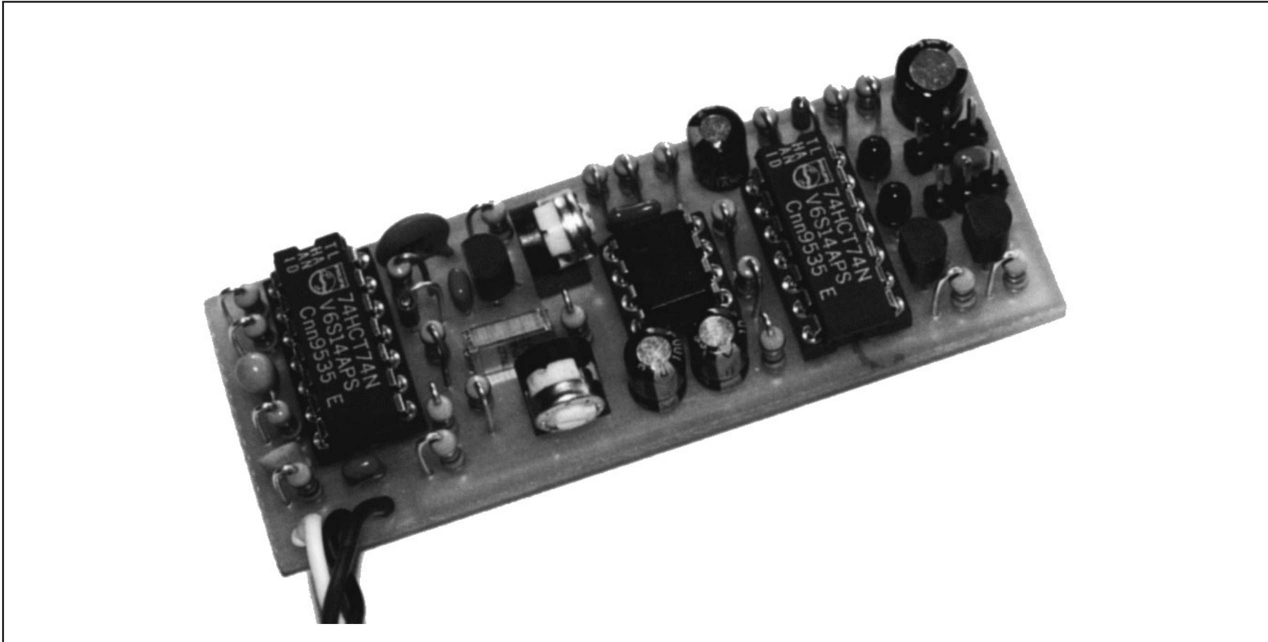
**DIVERSEN**

| | |
|---|---|
| 2 | IC-voet DIL-14 |
| 1 | IC-voet DIL-8 |
| K1,K2 | printheader male, SIL-3 |
| 5 | draadbruggen |
| 1 | servo snoer |

De kleurcodering van de in de handel zijnde snoertjes is als volgt:

- Graupner
  plus accu: rood
  min accu: bruin
  puls: oranje
- Multiplex
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: geel
- Futaba
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: wit

**9.9 Duo Memory Switch**




**Figuur 4/9.9-5:** Het prototype van de schakeling.

– Robbe
  plus accu: rood
  min accu: zwart
  puls: wit
– Simprop
  plus accu: rood
  min accu: blauwpuls: zwart

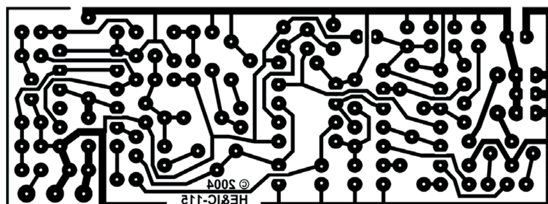
Een behuizing is niet persé nodig, desgewenst kan de schakeling tussen twee plaatjes ABS, waarvan een met een uitsparing voor K1, K2, in een stuk krimpkous worden ingeklemd. De uitsparing wordt opengesneden.
Figuur 4/9.9-5 geeft een impressie van het prototype van de schakeling.

**Afregelen**
Met de zenderknuppel in de neutrale stand wordt P1 verdraaid tot op C6 de halve voedingsspanning staat. De spanning op C5 moet daar (vrijwel) gelijk aan zijn. Dan wordt de servopuls minimaal gemaakt en P2 wordt verdraaid tot de spanning over C5 0 V wordt en blijft. Vervolgens wordt de servopuls maximaal gemaakt en nu moet de spanning over C6 0 V worden en blijven. Herhaal de afregeling bij de laagst mogelijke voedingsspanning. Het kan nodig zijn om dan P1 een pietsie te verdraaien. Dat was nodig om het prototype betrouwbaar bij 3,5 V te laten werken.

**De schakeling in de praktijk**
Lasten, die door de ontvangeraccu worden gevoed kunnen direct worden aan gesloten op de pennen Uit (open collector) en +Accu van K1 en K2.
Bij gebruik van een aparte boordaccu moet de 0 V daarvan verbonden zijn met de Gnd van K1 of K2. De last komt dan tussen Uit (OC) van K1 of K2 en de plus van de aparte accu.
Schakel bij inductieve lasten (relais en dergelijke) altijd een “blus”-diode over de last.

*Bob Stuurman*

**9.9 Duo Memory Switch**



**Figuur 4/9.9-3:** De print van de Duo Memory Switch.

# HOE MAAKT U DEZE PRINT?

## OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

## OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

## OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

## 9.9 Duo Memory Switch

# 7/1

# Inhoud
# Actueel IC-handboek

## Accu schakelingen



## Afstandsbedieningen



## Audio, diversen



## Audio, eindversterkers

## Audio, voorversterkers



## Auto elektronica



## Beveiliging



## Datacommunicatie



## Detectorschakelingen



## Digitale schakelingen



## Diversen



## Domotica

## Sensoren, fysische grootheden



## Sensoren, spanning en stroom



## Speelgoed



## Telecommunicatie



## Vermogenselektronica



## Versterkers, op-amp's en buffers

## Video schakelingen



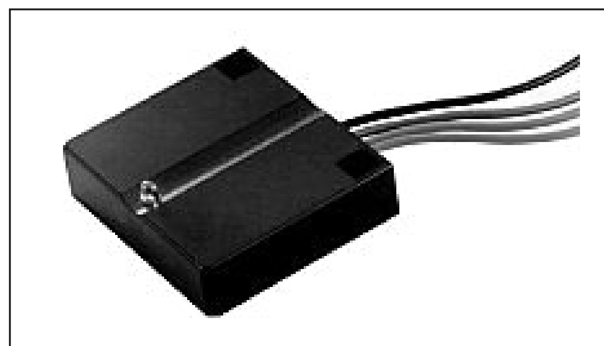
## Voedingselektronica

# 7/147

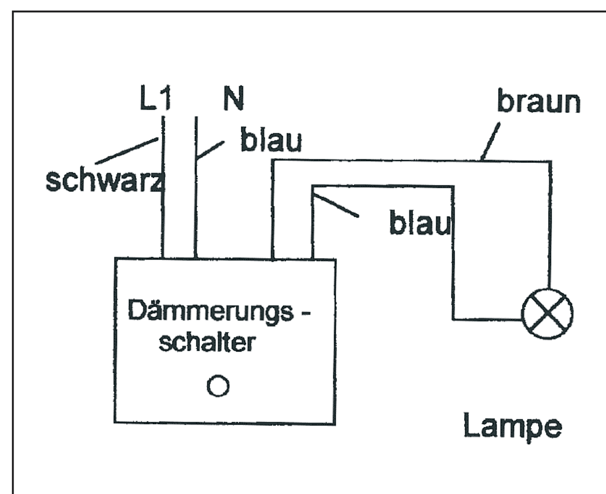
# DS-AS, schemerschakelaar met 230 V~ uitgang

**Kennismaking**
De DS-AS van inter-BÄR is een module die reageert op de intensiteit van het omgevingslicht. De module wordt gevoed met de 230 V~ netspanning en schakelt een maximale netbelasting van 100 VA, zowel resistief, capacitief als inductief. De inschakelintensiteit bedraagt ongeveer 20 Lux, de uitschakelintensiteit ongeveer 350 Lux.
De schakeling reageert niet op intensiteitspieken die korter dan 5 s duren, zodat de uitgang stabiel blijft als de module in het bereik van bijvoorbeeld de koplampen van een auto komt.
De module heeft een ingebouwde elektronische zelfherstellende zekering die de interne elektronica beschermt tegen kortsluiting en te zware belasting van de uitgang.

**Technische gegevens**
– fabrikant
  inter-BÄR
– leverancier
  Conrad
– behuizing
  speciaal, zie figuur 7/147-1
– afmetingen
  11 x 40 x 46 $mm^3$
– aansluitgegevens
  figuur 7/147-2
– voedingsspanning
  230 V~ typisch
– belasting
  100 VA max.



**Figuur 7/147-1:** Behuizing van de DS-AS.




**Figuur 7/147-2:** Aansluitgegevens en -schema van de DS-AS.

– fasehoek stroom/spanning
  cosφ 0,5 max.

**DS-AS, schemerschakelaar met 230 V~ uitgang**

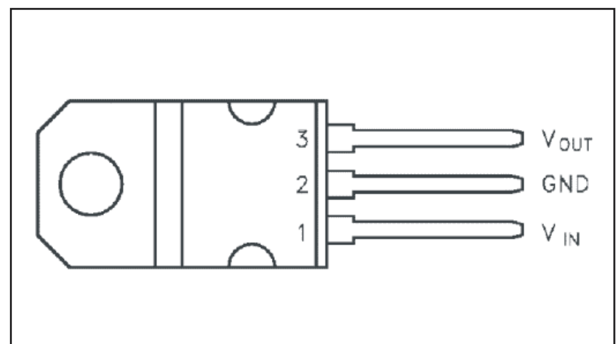
- inschakel intensiteit
  14 Lux min., 25 Lux max.
- uitschakel intensiteit
  300 Lux min., 400 Lux max.
- spectrale gevoeligheid
  600 nm min., 900 nm max.
- openingshoek sensor
  ±20° typisch
- temperatuurbereik
  -20 °C min., +30 °C max.

# 7/148

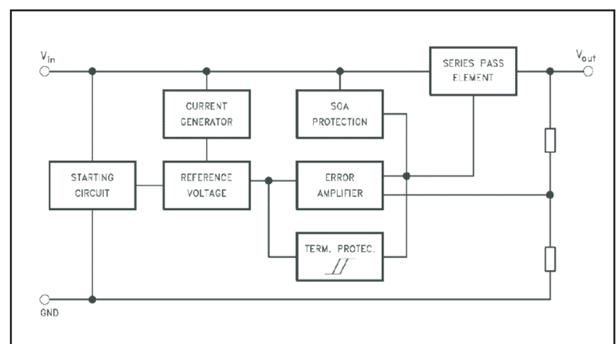
# PB137, "no external components" 12 V acculader

**Kennismaking**
De PB137 van ST Microelectronics is een lader voor 12 V zwavelzuur/lood-accu's, die geen externe onderdelen nodig heeft. De maximale laadstroom bedraagt 1,5 A, zodat een 24 Ah accu in ongeveer 16 uur volledig wordt opgeladen.
Het unieke van dit IC is dat alle onderdelen in het IC zélf zitten en er in principe géén externe componenten noodzakelijk zijn. Voor het onderdrukken van eventuele oscillaties worden twee kleine elco's aan in- en uitgang echter aanbevolen.
De schakeling is onverwoestbaar, dank zij de interne stroombegrenzing, thermische zekering en safe area beveiliging.

**Technische gegevens**
- fabrikant
  ST Microelectronics
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  TO-220
- aansluitgegevens
  figuur 7/148-1
- intern blokschema
  figuur 7/148-2
- ingangsspanning
  16,3 V min., 40 V max.
- uitgangsspanning, open uitgang
  13,7 V typisch
- ruststroom
  4 mA typisch
- spanningsverschil in/uit
  2,1 V min.
- uitgangsstroom
  1,5 A typisch
- kortsluitstroom
  2,2 A typisch




**Figuur 7/148-1:** Aansluitgegevens van de PB137.

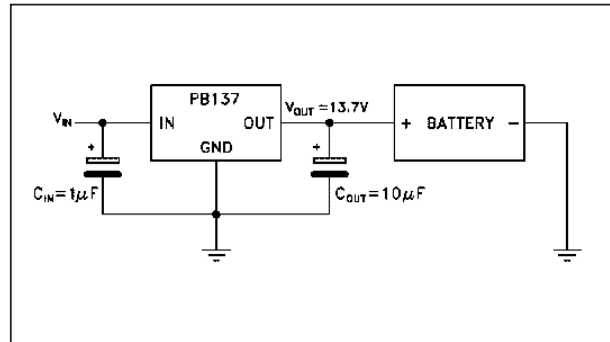



**Figuur 7/148-2:** Intern blokschema van de PB137.

**PB137, “no external components” 12 V acculader**

### Voorbeeldschakeling

In figuur 7/148-3 is het wel zeer eenvoudige voorbeeldschema rond de PB137 voorgesteld. De twee elco’s worden zo dicht mogelijk bij de aansluitpennen van het IC opgenomen. Wil de schakeling ongestoord de maximale uitgangsstroom van 1,5 A leveren, dan is een koelplaat met een thermische weerstand van 53 °K/W noodzakelijk.



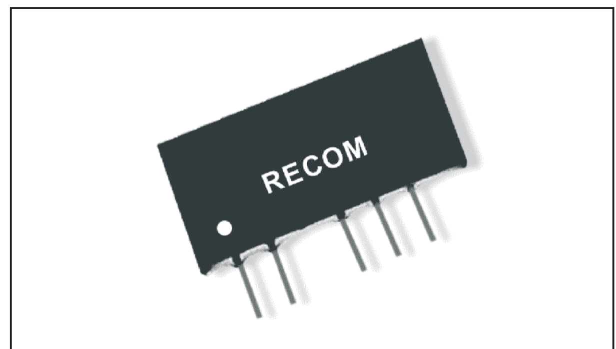

**Figuur 7/148-3:** De PB137 in de praktijk.

# 7/149

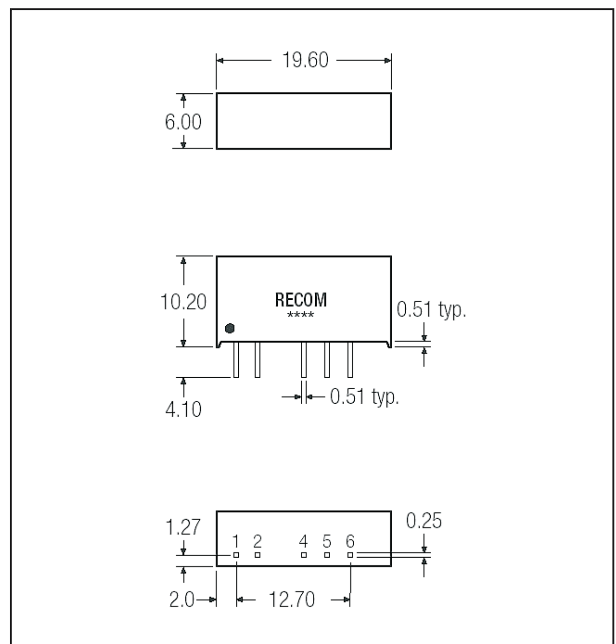
# RB-0515D, galvanisch gescheiden van +5 V naar ±15 V

**Kennismaking**
Met de RB-0515D van Recom wordt een unipolaire voedingsspanning van +5 V omgezet in twee symmetrische voedingsspanningen van ±15 V bij een maximale uitgangsstroom van ±33 mA. ***Er bestaat een absoluut galvanische scheiding tussen de in- en de uitgangsspanningen.*** De isolatieweerstand tussen primair en secundair circuit bedraagt 10 GΩ, de doorslagspanning is 1 kV.
Dit module is ideaal voor het voeden van op-amp's en andere kritische analoge schakelingen in een digitaal systeem waar alleen een +5 V voeding ter beschikking staat.
De schakeling werkt met een chopperomzetter die werkt op een frequentie van ongeveer 100 kHz.

**Technische gegevens**
- fabrikant
  Recom
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  speciaal, zie figuur 7/149-1
- afmetingen
  figuur 7/149-2
- aansluitgegevens
  figuur 7/149-3
- ingangsspanning
  4,5 V min., 5,5 V max
- uitgangsspanningen
  ±15 V, ±5 %



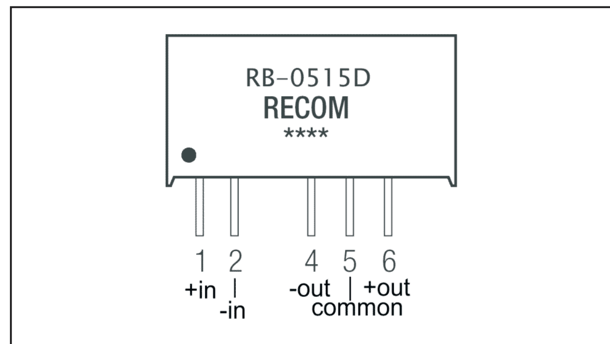

**Figuur 7/149-1:** Behuizing van de RB-0515D.




**Figuur 7/149-2:** Afmetingen van de RB-0515D.

**RB-0515D, galvanisch gescheiden van +5 V naar ±15 V**

- uitgangsstromen
  ±33 mA typisch
- kortsluitbeveiliging
  1 s max.
- line regulation
  1,2 %/1 % V ingangsspanning
- load regulation
  15 % max.
- rimpel en brom
  ±75 $mV_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
- rendement
  80 % min., 84 % max.
- isolatie spanning
  1.000 $V_{DC}$ min.
- isolatie weerstand
  10 GΩ min.
- isolatie capaciteit
  20 pF min., 75 pF max.
- werkfrequentie
  100 kHz typisch
- bedrijfstemperatuur
  -40 °C min., +85 °C max.



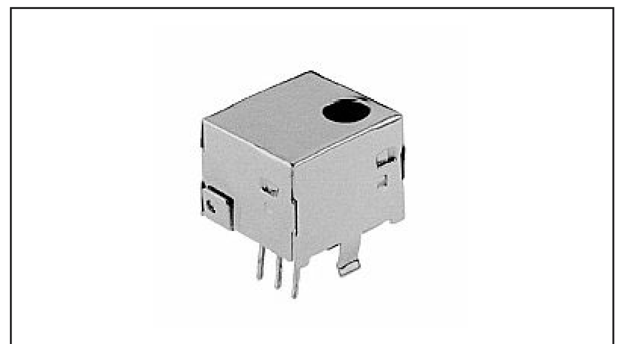

**Figuur 7/149-3:** Aansluitgegevens van de RB-0515D.

# 7/150

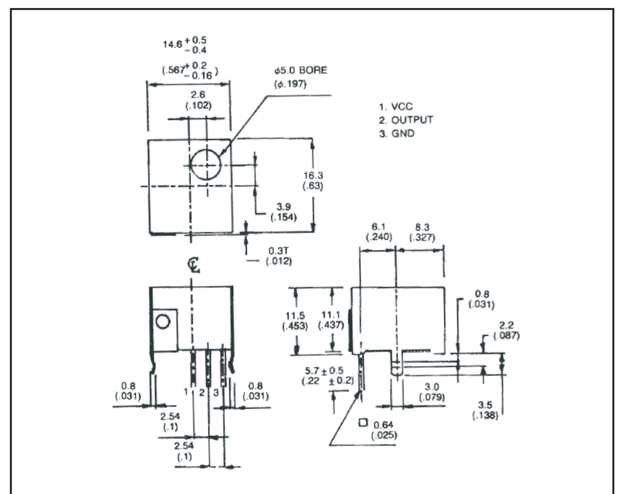
# CZK-1610, detector/versterker voor gemoduleerd IR-licht

**Kennismaking**
De CZK-1610 van Chin Zin-Kuang Electric Co is een module die een infrarood gevoelige PIN-diode, een voorversterker, een begrenzer, een banddoorlaatfilter, een demodulator, een integrator en een comparator bevat. De module is ontworpen voor het detecteren van infrarode lichtbundels die gemoduleerd zijn met een frequentie van 38 kHz. Als een gemoduleerde lichtbundel wordt ontvangen, gaat de uitgang van de module naar 0 V. Wordt geen lichtbundel ontvangen, dan is de uitgang van de module gelijk aan de positieve voedingsspanning.
De maximale afstand tussen de module en een zender die is voorzien van een standaard IR-LED met reflector bedraagt ongeveer 8 m.
De module is ondergebracht in een metalen behuizing die aan de massa ligt, zodat een complete afscherming tegen storende signalen is gegarandeerd.
De module is ideaal voor het zélf ontwerpen van infrarood werkende afstandsbedieningen, toegangscontroles, het tellen van voorwerpen en inbraakbeveiligingen.

**Technische gegevens**
– fabrikant
  Chin Zin-Kuang Electric Co
– leverancier
  Conrad
– behuizing
  speciaal, zie figuur 7/150-1



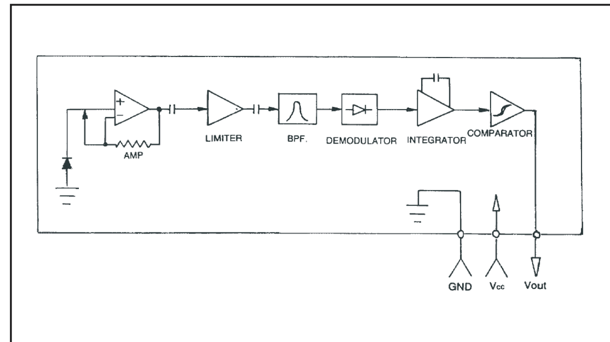
**Figuur 7/150-1:** Behuizing van de CZK-1610.



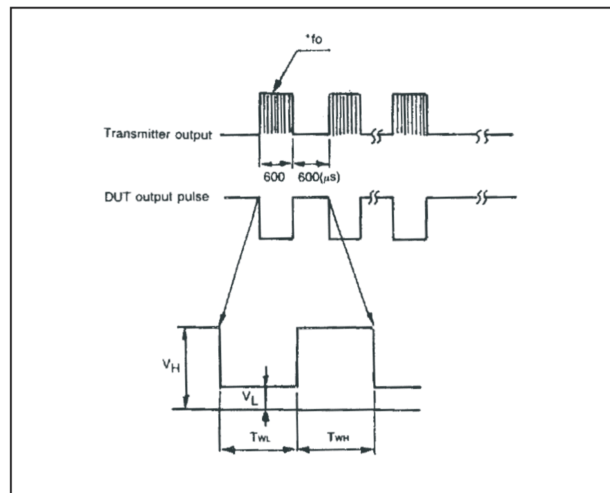

**Figuur 7/150-2:** Afmetingen van de CZK-1610.

**CZK-1610, detector/versterker voor gemoduleerd IR-licht**

- afmetingen
  figuur 7/150-2
- aansluitgegevens
  figuur 7/150-2
- intern blokschema
  figuur 7/150-3
- principiële werking
  figuur 7/150-4
- voedingsspanning
  4,7 V min., 6,3 V max.
- voedingsstroom
  3 mA max.
- spectrale gevoeligheid PIN-diode
  940 nm max.
- maximale gevoeligheid
  bij 38 kHz modulatie
- uitgangsspanning “L”
  0,5 V max.
- uitgangsspanning “H”
  4,5 V min.




**Figuur 7/150-3:** Intern blokschema van de CZK-1610.



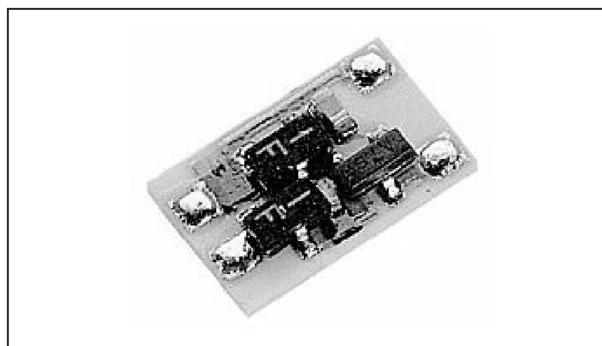

**Figuur 7/150-4:** Principiële werking van de CZK-1610.

# 7/151

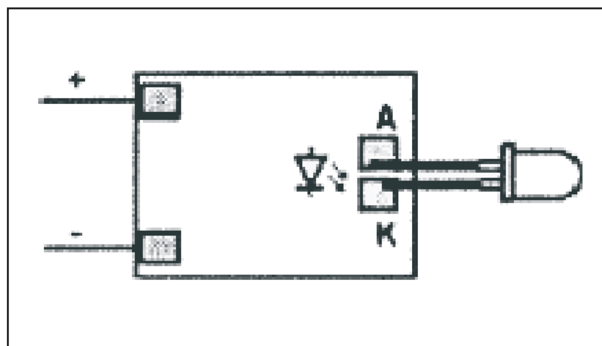
# FK1850, constante stroombron voor standaard LED's

**Kennismaking**
De FK1850 van FKtechnics bevat op een printje van 10 mm bij 7 mm een stroombron, die een constante gelijkstroom van 12 mA tot 15 mA genereert voor het voeden van standaard 5 mm LED's. De voedingsspanning bedraagt minimaal 4 $V_{DC}$ en maximaal 30 $V_{DC}$. De module wordt aanbevolen voor alle omstandigheden, waarbij een LED plus voorschakelweerstand niet op een constante spanning staan aangesloten, bijvoorbeeld rechtstreeks over de polen van een accu of een batterij of bij schakelingen die uit afwijkende voedingsspanningen worden gevoed. Een voor de hand liggende toepassing is de indicatie-LED in eindversterkers, die dank zij deze constante stroombesturing niet meer mee gaat knipperen met het vermogen dat aan de luidspreker wordt geleverd. De intensiteit van de LED blijft onder alle omstandigheden constant, handig voor het voeden van infrarode LED's bij beveiligings- of afstandsbedieningsschakelingen.
De module is voorzien van een ompoolbeveiliging, verwisselen van de + en de - aan de ingang beschadigt de elektronica niet.

**Technische gegevens**
- fabrikant
  FKtechnics
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  speciaal, zie figuur 7/151-1
- afmetingen
  10 mm x 7 mm
- aansluitgegevens
  figuur 7/151-2



**Figuur 7/151-1:** Behuizing van de FK1850.




**Figuur 7/151-2:** Aansluitgegevens van de FK1850.

**FK1850, constante stroombron voor standaard LED's**

- voedingsspanning
  4,0 V min., 30 V max.
- uitgangsstroom
  12 mA min., 15 mA max.

# 7/152

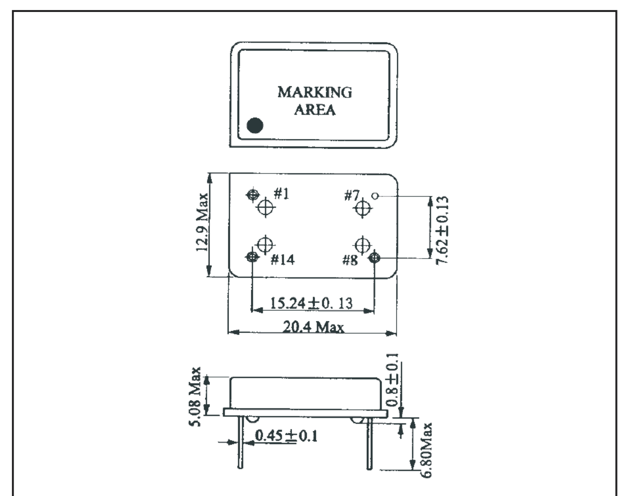
# HO-12, 1 MHz tot 100 MHz kristal-oscillatoren in DIL-14 behuizing

**Kennismaking**
De HO-12 van Comtec Crystals GMBH is een familie van geïntegreerde kristal-oscillatoren, leverbaar met frequenties van 1,000 MHz tot 100,000 MHz. De schakelingen zitten in een met DIL-14 vergelijkbare behuizing en bezetten in een DIL-14 voetje de pennen 1, 7, 8 en 14. De schakelingen worden gevoed met de standaard +5 V van TTL en leveren een TTL-compatibele vierkantsgolf af. De frequentie nauwkeurigheid bedraagt ±100 ppm.
De aansluitgegevens zijn:
- pen 1: NC
- pen 7: GND
- pen 8: output
- pen 14: +5 V

**Technische gegevens**
- fabrikant
  Comtec Crystals GMBH
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  figuur 7/152-1
- afmetingen
  figuur 7/152-2
- voedingsspanning
  4,5 V min., 5,5 V max.
- voedingsstroom
  - 1,000 MHz tot 23,999 MHz
    30 mA typisch
  - 24,000 MHz tot 49,999 MHz
    30 mA typisch
  - 50,000 MHz tot 69,999 MHz
    40 mA typisch
  - 70,000 MHz tot 100,000 MHz
    60 mA typisch




**Figuur 7/152-1:** Behuizing van de HO-12.




**Figuur 7/152-2:** Afmetingen van de HO-12 familie.

**HO-12, 1 MHz tot 100 MHz kristal- oscillatoren in DIL-14 behuizing**

– frequentiebereik
  1,000 MHz tot 100,000 MHz
– stabiliteit
  ±100 ppm typisch
– uitgangssymmetrie
  45 % tot 55 %
– stijgtijd uitgang
  10 ns max.
– daaltijd uitgang
  10 ns max.
– uitgangsspanning “L”
  0,5 V max.
– uitgangsspanning “H”
  4,5 V min.
– capacitieve belasting
  > 50 MHz: 50 pF max.
  > 70 MHz: 30 pF max.
  > 100 MHz: 15 pF max.
– fan-out
  10 standaard TTL-ingang max.

# 7/153

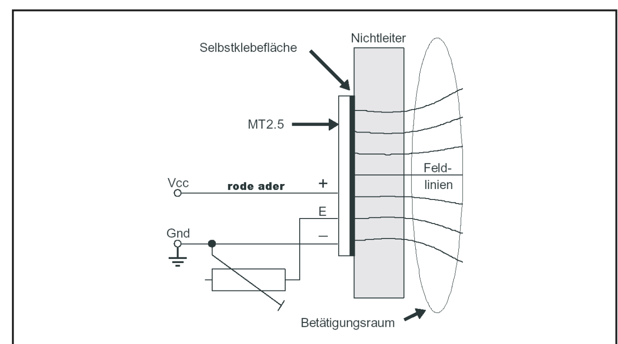
# MT2.5, capacitieve radiaalveld benaderingsschakelaar

**Kennismaking**
De MT2.5 van Edisen Electronic is een capacitieve sensor die achter een tegelmuur, achter hout of glas en zelfs achter een dunne laag beton verborgen kan worden. Als een persoon met de hand de plaats waar de sensor verborgen is tot op een paar centimeter nadert, wordt de sensor geactiveerd en verhoogt zijn voedingsstroom. Dit verschil in de waarde van de voedingsstroom kan worden gedetecteerd en gebruikt voor het aansturen van een belasting.
Toepassingen zijn het aan- en uitschakelen van verlichting en ventilatoren. De sensor kan worden aangebracht achter een winkelruit, waardoor bezoekers door middel van het “aanraken” van de ruit op de juiste plaats zélf bijvoorbeeld de etalageverlichting kunnen inschakelen of een apparaat in de etalage in werking kunnen stellen.

**Technische gegevens**
- fabrikant
  Edisen Electronic
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  figuur 7/153-1
- afmetingen
  33 mm x 33 mm x 5 mm
- aansluitgegevens
  figuur 7/153-2
- voedingsspanning
  9 V min., 24 V max.




**Figuur 7/153-1:** Behuizing van de MT2.5.




**Figuur 7/153-2:** Aansluitgegevens van de MT2.5.

- voedingsstroom in rust
  4 mA typisch

**MT2.5, capacitieve radiaalveld benaderingsschakelaar**

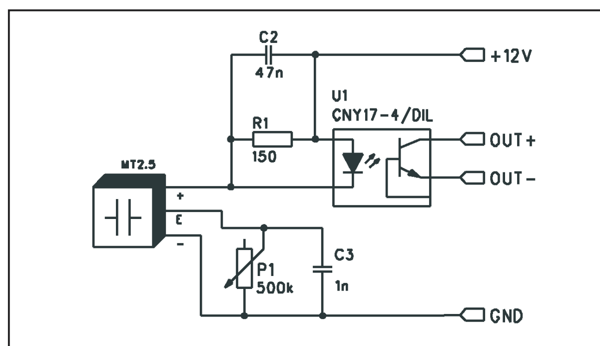
- voedingsstroom actief
  19 mA typisch
- lengte aansluitaders
  10 m max.
- temperatuurbereik
  -20 °C min., +70 °C max.
- relatieve luchtvochtigheid
  100 % max.
- compensatiebereik omgevingscapaciteit
  30 pF max.
- gevoeligheidsinstelling
  500 kΩ potmeter

## Werking

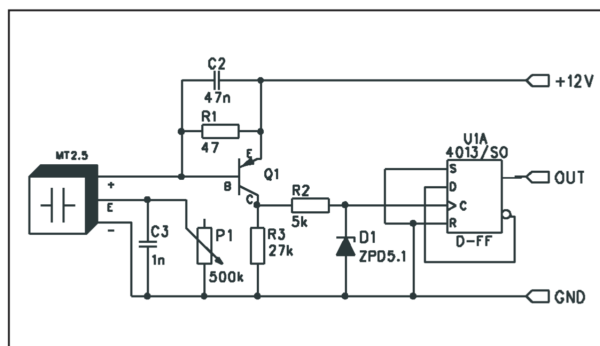
De MT2.5 is officieel een zogenaamde radiaalveld sensor. De sensor wekt een elektrisch veld op, dat door muren, hout en glas heen gaat, zie ook figuur 7/153-2. Om dit veld op te wekken verbruikt de sensor ongeveer 4 mA stroom. Als dit veld wordt verstoord, bijvoorbeeld door de capaciteit van een hand, dan gaat de sensor gedurende ongeveer 200 ms een stroom opnemen van ongeveer 15 mA. Het verschil tussen de ruststroom van 4 mA en de werkstroom van 15 mA kan worden gedetecteerd met een stroomsensorweerstand. Langzame veranderingen in de omgevingscapaciteit, bijvoorbeeld als gevolg van temperatuurs- of luchtvochtigheidsschommelingen, worden automatisch gecompenseerd.
De gevoeligheid van de sensor is instelbaar door middel van een 500 kΩ potentiometer tussen de massa en aansluiting E.

## Voorbeeldschakelingen

In figuur 7/153-3 stuurt de MT2.5 een transistor in geleiding. De open collector uitgang van de transistor wordt gebruikt voor het besturen van externe schakelingen. In figuur 7/153-4 stuurt de MT2.5 de clock-ingang van een 4013 flip-flop. De Q-uitgang van de flip-flop schakelt om als de sensor wordt geactiveerd.




**Figuur 7/153-3:** Het aansturen van een transistor met de MT2.5.




**Figuur 7/153-4:** Het aansturen van een type-D flip-flop met de MT2.5.

# 7/154

# TDA7560, 4 x 25 W eindversterker voor 13,2 V voeding

**Kennismaking**

De TDA7560 van ST Microelectronics is een vierkanaals eindversterker die speciaal ontwikkeld werd voor gebruik in de auto. De schakeling levert bij een normale accuspanning van 13,2 V 4 x 25 W in 4 Ω luidsprekers. De schakeling is in staat 2 Ω luidsprekers aan te sturen, waardoor het vermogen toeneemt tot 4 x 55 W. Het IC bevat vier identieke brugversterkers die in klasse AB staan ingesteld en heeft slechts zes externe componenten nodig.

De schakeling is “full-proof” dank zij beveiligingen tegen kortsluiting, inductieve belastingen, te hoge temperatuur, DC-offset, te lage of te hoge voedingsspanning en ompoling van de voeding.

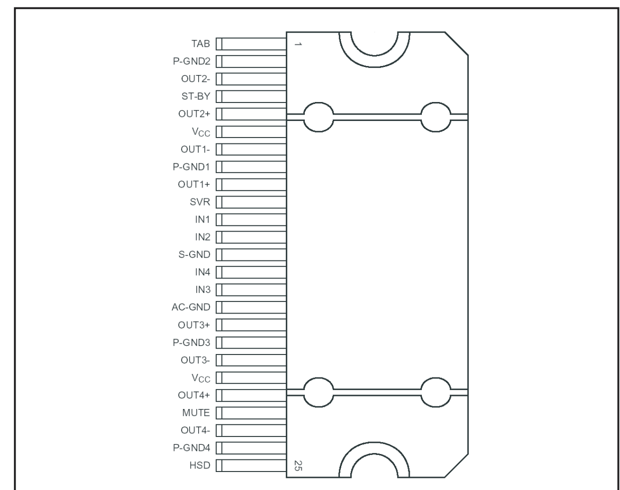
De TDA7560 beschikt een “Mute” en een “Standby” ingang, die CMOS-compatibel en “H”-actief zijn.

**Technische gegevens**

– fabrikant
  ST Microelectronics
– leverancier
  Conrad
– behuizing
  figuur 7/154-1
– aansluitgegevens
  figuur 7/154-2
– intern blokschema
  figuur 7/154-3



**Figuur 7/154-1:** Behuizing van de TDA7560.

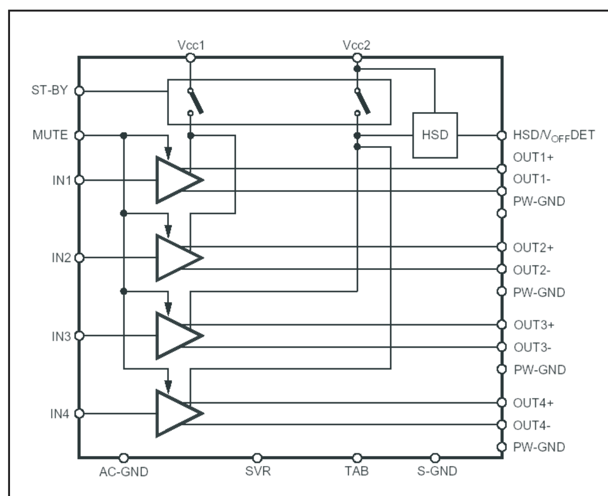



**Figuur 7/154-2:** Aansluitgegevens van de TDA7560.

– voedingsspanning
  8 V min., 18 V max.
– ruststroom
  120 mA min., 200 mA typisch, 320 mA max.

**TDA7560, 4 x 25 W eindversterker voor 13,2 V voeding**

– standby stroom
  75 µA max.
– spanningsversterking
  26 dB typisch
– onderlinge afwijking versterking
  ±1 dB max.
– ingangsimpedantie
  80 kΩ min., 100 kΩ typisch, 120 kΩ max.
– offset op uitgangen
  ±60 mV max.
– uitgangsvermogen
  – 13,2 V, 4 Ω, 1 % THD
    4 x 19 W typisch
  – 13,2 V, 4 Ω, 10 % THD
    4 x 25 W typisch
  – 14,4 V, 4 Ω, 1 % THD
    4 x 23 W typisch
  – 14,4 V, 2 Ω, 1 % THD
    4 x 43 W typisch
  – 14,4 V, 2 Ω, 10 % THD
    4 x 55 W typisch

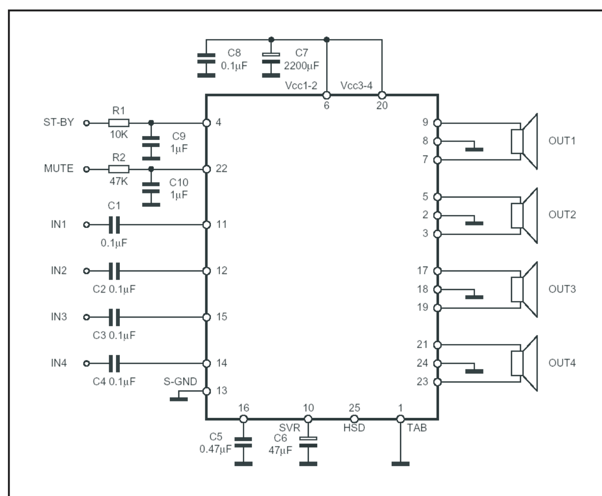



**Figuur 7/154-3:** Intern blokschema van de TDA7560.

– piekvermogen
  14,4 V, 4 Ω: 50 W typisch
  14,4 V, 2 Ω: 80 W typisch
– totale harmonische vervorming
  1 kHz, 4 W, 4 Ω: 0,006 % typisch
  1 kHz, 15 W, 2 Ω: 0,015 % typisch
– afsnijfrequentie
  300 kHz typisch
– overspraak (1 kHz)
  70 dB typisch
– standby pen omschakelspanning
  3,5 V min.
– mute pen omschakelspanning
  3,5 V min.

**Voorbeeldschakeling**

In figuur 7/154-4 is het door de fabrikant voorgeschreven toepassingsschema rond de TDA7560 weergegeven. De weerstanden R1 en R2 zijn noodzakelijk als deze ingangen niet uit CMOS worden gestuurd maar uit een schakelaar. De fabrikant adviseert het gebruik van dubbelzijdige print, waarbij alle ingangssporen op de ene zijde liggen en alle uitgangssporen op de andere zijde. Beide zijden moeten bovendien voorzien worden van een massavlak.



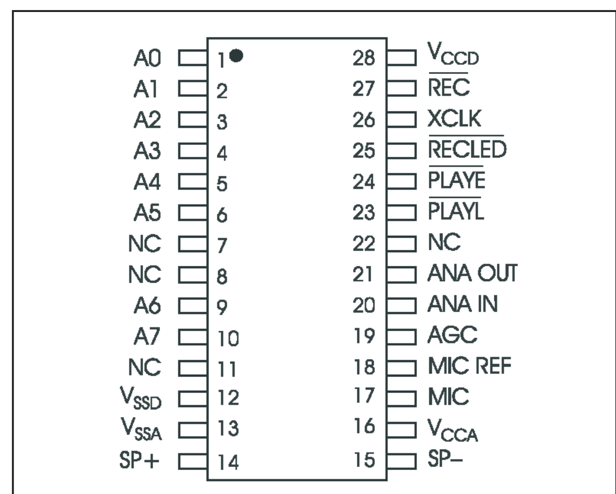

**Figuur 7/154-4:** Standaard schakeling rond de TDA7560.

# 7/155

# ISD1420, twintig seconden stemopname en -weergave chip

**Kennismaking**
De ISD1420 van ISD is een zeer gebruiksvriendelijke zogenaamde “Chipcorder”. Het IC bevat alle noodzakelijke schakelingen voor het opnemen en nadien weer weergeven van de menselijke stem. Een paar passieve onderdelen, een elektret microfoon en een luidsprekertje en het systeem is compleet! De ISD1420 heeft, met een samplingfrequentie van 6,4 kHz en een bandbreedte van 2,6 kHz, een opnameduur van twintig seconden. De opgenomen stem wordt uiteraard digitaal opgeslagen in een non-volatile geheugen en blijft desgewenst meer dan honderd jaar bewaard. Het geheugen kan 100.000 keer gewist en opnieuw beschreven worden. Dank zij een automatische standby mode met een stroomverbruik van slechts 0,5 µA kan het systeem batterijgevoed worden.
De schakeling bevat een automatische volumeregeling (AGC) zodat oversturing wordt vermeden. De voor het ADC/DAC-proces noodzakelijke scherpe anti-alias filters zijn ingebouwd.
In een uitgebreidere configuratie kan het geheugen ingedeeld worden in segmenten, zodat diverse kleine meldingen opgenomen en afzonderlijk afgespeeld kunnen worden. In totaal staan 160 adresseerbare geheugensegmenten ter beschikking, met ieder een capaciteit van 125 ms spraak. De volledige schakeling wordt gevoed uit een enkelvoudige 5 V spanning.

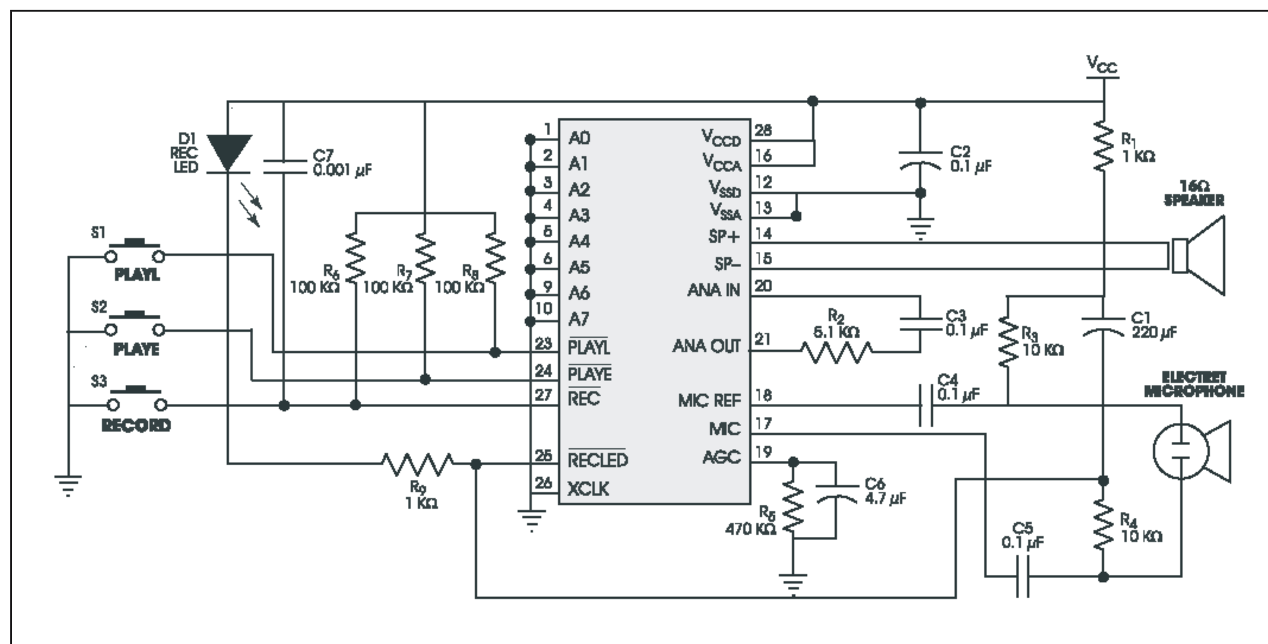
**Technische gegevens**
- fabrikant
  Information Storage Devices
- leverancier
  Conrad
- behuizing
  DIL-28
- aansluitgegevens
  figuur 7/155-1




**Figuur 7/155-1:** Aansluitgegevens van de ISD1420.

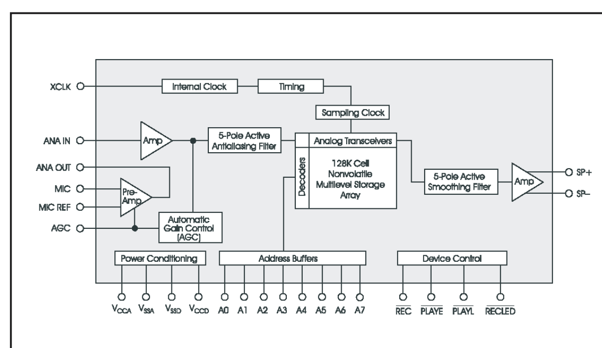
- intern blokschema
  figuur 7/155-2

**ISD1420, twintig seconden stemopname en -weergave chip**




**Figuur 7/155-3:** De voorgeschreven standaard schakeling rond de ISD1420.

- voedingsspanning
  5 V typisch, 7 V max.
- standby stroom
  0,5 µA typisch, 10 µA max.
- voedingsstroom in bedrijf
  15 mA typisch, 30 mA max.
- ingangsimpedantie microfoonversterker
  3 kΩ typisch
- signaalspanning microfoonversterker
  20 $mV_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
- versterking microfoonversterker
  23 dB typisch (AGC= 0,0 V)
  -45 dB typisch (AGC= 2,5 V)
- impedantie luidspreker
  16 Ω min.
- uitgangsvermogen in 16 Ω
  12,2 mW typisch
- sampling frequentie
  6,4 kHz max.
- bandbreedte anti-alias filter
  2,6 kHz typisch
- opname- en weergavetijd
  20 s max.
- totale harmonische vervorming
  1 % typisch, 3 % max.

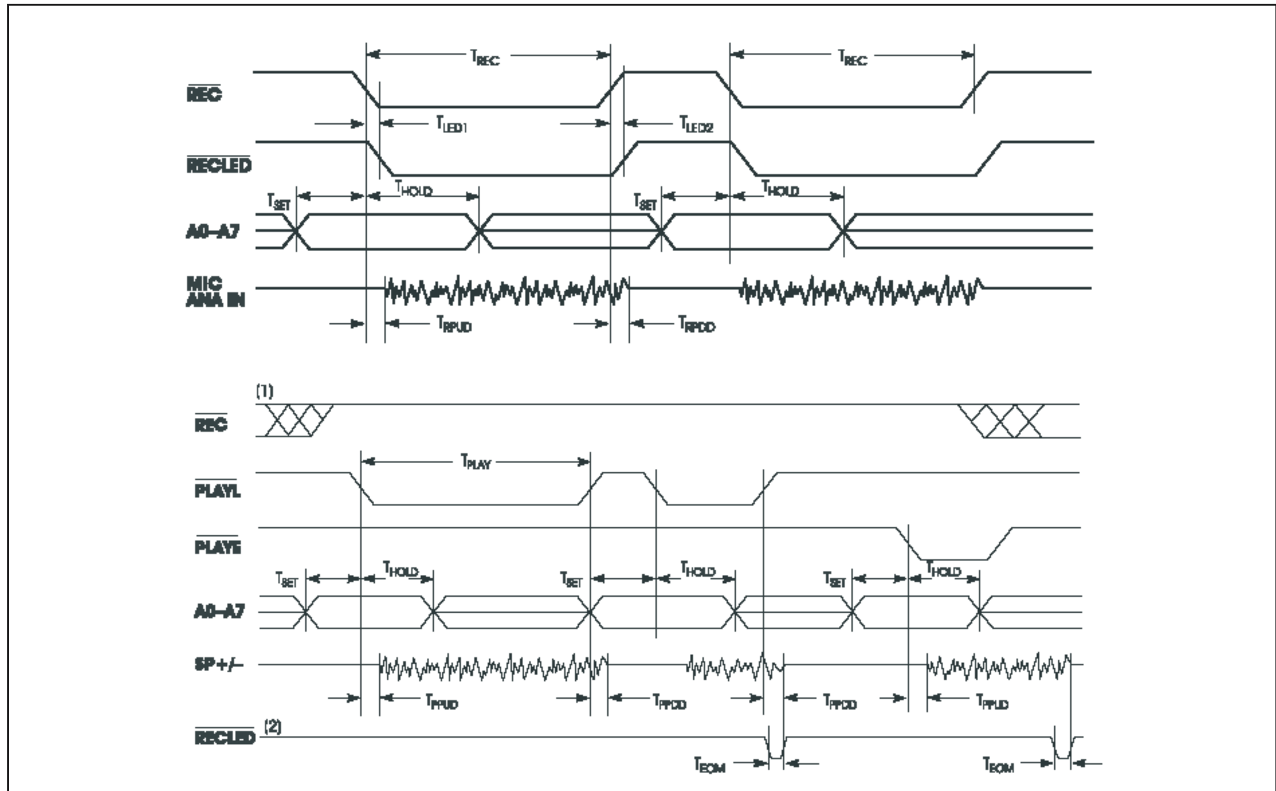



**Figuur 7/155-2:** Intern blokschema van de ISD1420.

## Voorbeeldschakeling

In figuur 7/155-3 is het door de fabrikant voorgeschreven toepassingsschema rond de ISD1420 weergegeven. Als de drie drukknoppen zijn geopend, staat de ISD1420 automatisch in de standby mode met extreem laag stroomverbruik.

**ISD1420, twintig seconden stemopname en -weergave chip**




**Figuur 7/155-4:** De timingdiagrammen bij het weergegeven en opnemen.

Het opnemen start na het indrukken van RECORD, het geheugen wordt vanaf het eerste adres beschreven. De LED D1 gaat branden als opname-indicator. Het opnemen gaat door zolang de drukknop wordt ingedrukt of tot het volledige geheugen is volgeschreven. In het eerste geval wordt een end-of-message (EOM) marker in het geheugen geschreven. In beide gevallen gaat de chip nadien automatisch naar standby.

Het weergeven van de opgenomen spraak start na het indrukken van PLAYL of PLAYE. Het verschil is dat het even indrukken van PLAYE de volledige boodschap afspeelt (dus tot de EOM-marker in het geheugen wordt aangetroffen) en een actie via PLAYL stopt als de drukknop weer wordt losgelaten.

**Timingdiagrammen**

In figuur 7/155-4 zijn de timingdiagrammen weergegeven voor het opnemen en weergeven van geluid.

## ISD1420, twintig seconden stemopname en -weergave chip

# 8/9

# Wetenschap en techniek

**Inhoud**

# 8/9.2

# De QX3+ computer microscoop van Digital Blue

## Inleiding

**Een unieke computer microscoop**
Optische microscopen waren, één generatie geleden, hebbedingetjes voor leergierige jongeren. Tijden veranderen en de moderne jeugd is verslaafd aan de TV-, computer- en spelletjesmonitor. Het door een klein oculair turen is niet "cool". De Amerikaanse fabrikant Digital Blue heeft een oorspronkelijk door Intel en Mattel ontwikkeld apparaat nieuw leven ingeblazen en het toegevoegd aan haar range van educatief computer speelgoed.
De QX3+ computer microscoop, zie figuur 8/9.2-1, is een uniek educatief speelgoed voor uw 8+ kinderen. Installeer de software en sluit deze microscoop aan op de USB-poort van uw PC. Vanaf dat moment worden alle kleine voorwerpen in en rond uw huis en tuin geweldige leer- en speelobjecten. Suiker- en zoutkristallen, mieren, vliegen, mugjes, zaden, planten, stoffen, haren, de microscoop vergroot alles 10, 60 of 200 keer en het beeld verschijnt op het scherm van uw PC.
De microscoop is voorzien van twee lampjes, die het voorwerp onder de lens van boven of van onder belichten. De belichting is omschakelbaar via de software. De QX3+ computer microscoop wordt geleverd met handige accessoires, uw kinderen kunnen er snel mee aan de slag.



**Figuur 8/9.2-1:** De QX3+ computer microscoop van Digital Blue.

**Kindvriendelijke software**
Met de kindvriendelijke en -attractieve software kan uw kroost zich uren amuseren. Van de microscoopbeelden kunnen zij foto's en filmpjes maken die zij nadien aan elkaar plakken tot hippe multimedia show's. Alle microscoopbeelden zijn met een eigen tekenprogramma te bewerken en te vervormen, filmpjes worden van muziek voorzien.
Na het opstarten van de software verschijnt het door de microscoop vastgelegde beeld in het inleesvenster op uw

## 9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue

monitor. Uw kinderen kunnen nu met de focusknop op de microscoop het beeld scherpstellen en met de vergrotingsring op de microscoop de vergroting instellen op 10x, 60x of 200x. Met de knoppen “top”, “bottom” en “brightness” stellen zij de belichting in. Met de knop “snapshot” maken zij een foto van het microscoopbeeld, met de knop “record movie” een AVI-filmpje van het beeld. Met de knop “time lapse” maakt de software automatisch met instelbare tijdsintervallen een foto van het microscoopbeeld en zet deze reeks foto’s om in een AVI-film. Op deze manier kunnen uw kinderen zoutkristallen zien groeien en zaden zien ontkiemen. Het tijdsinterval is instelbaar tussen 1 foto per seconde en 1 foto per uur.

**Systeem eisen**
De QX3+ is bruikbaar op een PC die:
- een USB-poort vrij heeft;
- werkt onder Windows 98 of hoger;
- een processorsnelheid van minimaal 200 MHz heeft;
- 32 MB RAM-geheugen heeft;
- minimaal 175 MB vrije ruimte op de harde schijf heeft;
- uitgerust is met een CD-ROM loopwerk op viervoudige snelheid;
- voorzien is van een grafische kaart met een resolutie van minimaal 800 bij 600 pixels met 16 bit kleurendiepte;
- een Windows-compatibele geluidskaart bezit;
- video- en audio-compatibel is met DirectX.

**Inhoud van het pakket**
De Digital Blue QX3+ computer microscoop wordt met de volgende attributen geleverd:
- twee verzamelbusjes met deksel voor uw preparaten;
- twee containertjes met deksel voor uw preparaten;
- plastic pincet;
- kunststof pipet;
- stripje met vier kant-en-klare preparaten als voorbeeld;
- CD-ROM “QX3+ Special Effects Software”;
- Engels- en Nederlandstalige handleidingen;
- preparaatklem.

**Belangrijke opmerking**
De QX3+ trekt ongeveer 200 mA stroom uit de USB-schakeling van uw PC. Let op de maximale belasting die uw USB-schakeling kan hebben! Zeker bij gebruik van een moderne optische muis die via een tweede USB-poort op uw PC wordt aangesloten kan de totale belasting te groot worden. Gebruik dan een USB-hub met ingebouwde voeding, te koop in iedere PC-shop.

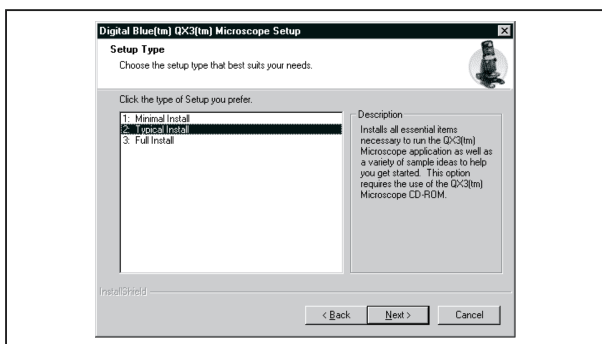
**Installeren van de software**
U mag de QX3+ computer microscoop niet op uw PC aansluiten voordat de installatie-software daarom vraagt. Doet u dit tóch, dan zal uw PC de QX3+ niet herkennen. De bijgeleverde CD-ROM is zelfstartend. Na het inleggen van de schijf in uw CD-loopwerk verschijnt na enige seconde het openingsscherm van figuur 8/9.2-2 op uw scherm.

**Drie installatie-opties**
Klik op de knop “Play” van figuur 8/9.2-2. Via het venster “Digital Blue QX3 Microscope Setup” en het venster “Licence Agreement” (klik hier op de knop “Yes”) komt u in het venster “Setup Type”, zie figuur 8/9.2-3.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**



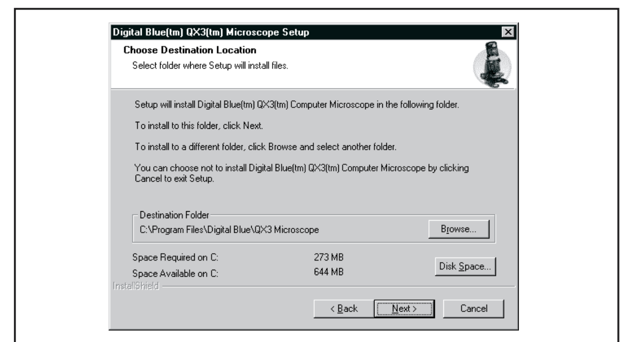

**Figuur 8/9.2-2:** Het openingsscherm van de installatie-software.




**Figuur 8/9.2-3:** In dit venster kunt u kiezen uit drie setup-opties.

- Minimal Install
  Deze optie installeert alleen de allernoodzakelijkste systeemcomponenten, gebruikt de minste ruimte op uw harde schijf, maar vereist wél dat u de CD-ROM in uw CD-drive heeft zitten als u met de QX3+ werkt. Bij het werken met de QX3+ software moeten vaak bestanden van de CD-ROM worden gehaald. Deze installatie gebruikt 141 MB op uw harde schijf.
- Typical Install
  Idem, alleen worden nu een paar softwarefilters en een paar voorbeeldfoto’s naar uw harde schijf gekopieerd. Ook nu is de CD-ROM vereist. Deze installatie gebruikt 214 MB op uw harde schijf.
- Full Install
  Alle bestanden worden naar uw harde schijf gekopieerd. U kunt werken met de QX3+ zonder de CD-ROM in uw drive. Deze installatie gebruikt 273 MB ruimte op uw harde schijf.

**Choose Destination Location**
In het venster van figuur 8/9.2-4 selecteert u de directory op uw harde schijf waar u de QX3+ software wilt hebben. Standaard wordt de software geïnstalleerd in de map C:\Program Files\Digital Blue\QX3 Microscope. Klik op de knop “Next” om de software te installeren.



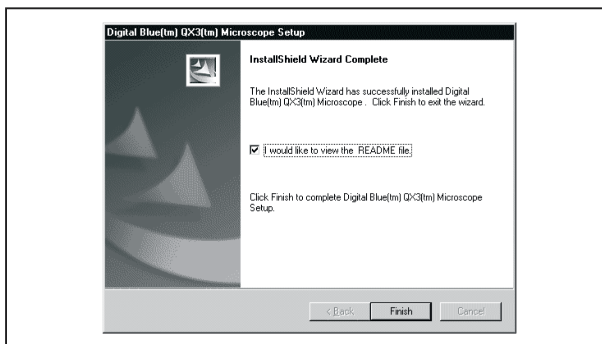

**Figuur 8/9.2-4:** Het selecteren van de installatie-map.

**InstallShield Wizard Complete**
Na een paar minuten is de software geïnstalleerd en verschijnt het venster van figuur 8/9.2-5 op uw monitor. Klik op de knop “Finish” op de installatie af te sluiten.

**PC resetten**
Na het installeren van de software moet u uw PC opnieuw opstarten. Ga naar “Start”, selecteer de optie “Afsluiten” en kies “De computer opnieuw opstarten?”.
Nadat Windows is opgestart zet u de CD-ROM weer in de CD-drive en kunt u

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

uw QX3+ microscoop aansluiten op een vrije USB-poort. Windows herkent het aansluiten van de nieuwe hardware en zoekt automatisch de USB-driver van de QX3+ op de CD-ROM.




**Figuur 8/9.2-5:** De QX3+ software is geïnstalleerd.

# Werken met de QX3+

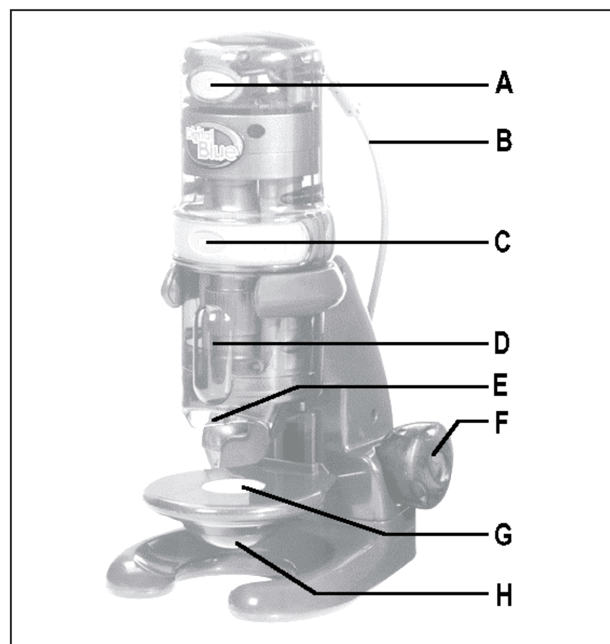
**Opstarten van de QX3+ software**
De setup heeft een snelkoppeling “Digital Blue QX3 Computer Microscope” op uw werkblad aangebracht. Door op dit pictogram dubbel te klikken start u de QX3+ software op. U kunt natuurlijk ook via “Mijn computer” naar de QX3-map gaan en daar dubbelklikken op het bestand “QX3MICRO.EXE”.

**Het opstartscherm**
De QX3+ software neemt de controle over uw grafische instellingen over, zet de resolutie op de ouderwetse 800 bij 600 pixels en komt gemaximaliseerd op uw monitor, zie figuur 8/9.2-6. U kunt het venster niet verkleinen of minimaliseren.

**De bedieningsorganen**
In figuur 8/9.2-7 zijn de bedieningsorganen van de QX3+ microscoop samengevat.




**Figuur 8/9.2-6:** Het opstartscherm van de QX3+ microscoop.




**Figuur 8/9.2-7:** De bedieningsorganen van de microscoop.

– A: opname knop
De QX3+ kan uit de standaard worden gehaald zodat u opnames uit de hand kunt maken. Met deze knop schakelt u de functie in, waarbij de microscoop beelden naar uw PC stuurt. Klikt u deze knop even in, dan maakt de QX3+ één foto. Houdt u de knop in-

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

gedrukt, dan maakt de microscoop een video. Deze knop heeft geen functie als u de microscoop in de standaard laat zitten. Vanwege de beperkte scherptediepte van een microscoop raden wij het werken uit de hand af.

– B: USB-kabel
Met deze kabel sluit u de microscoop aan op uw PC.
– C: vergrotingsring
Door aan deze ring te draaien kunt u de vergrotingsfactor instellen op 1x, 60x of 200x. Als u opnames uit de hand maakt met de opname knop moet u werken met een vergroting van 10x. De standen 60x en 200x leveren in dit geval onscherpe beelden op.
– D: boven belichting
Een van de twee ingebouwde belichtingsbronnen van uw microscoop. Deze belichting schakelt u via de software in en u kunt deze belichting gebruiken om niet-transparante of driedimensionale voorwerpen te belichten.
– E: lens bescherming
Een plastic afstandsring rond het objectief die er voor zorgt dat u de lens niet kunt beschadigen.
– F: focusknoppen
Met deze twee knoppen kunt u het beeld scherp stellen. Zeker als u werkt in de standen 60x en 200x is de scherptediepte van het apparaat zeer klein en moet u zeer zorgvuldig scherpstellen om een bruikbaar beeld op uw scherm te krijgen.
– G: preparaathouder
Op dit plateau legt u de voorwerpen die u wilt vergroten. In de stand 10x verschijnt het volledig melkglazen deel van de preparaathouder vergroot in beeld.
– H: onder belichting
De tweede ingebouwde belichtingsmogelijkheid, die u via de software kunt inschakelen. U gebruikt de onder belichting om transparante preparaten (vleugels van insecten) door te lichten.

**Werken met de preparaatklem**
Met de preparaatklem kunt u uw preparaten fixeren op de preparaattafel. U kunt de preparaatklem om de achterzijde van de preparaattafel klemmen en het voorwerp dat u wilt bekijken tussen de preparaattafel en de twee klemmen vastzetten.

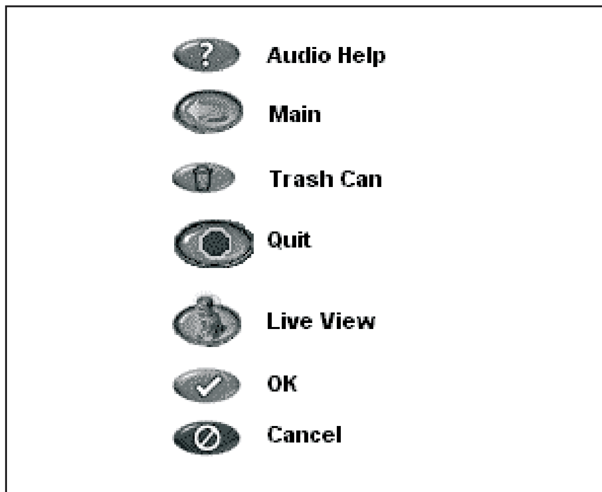
**Noot over de belichting**
De belichting in de QX3+ haalt haar voedingsspanning uit de USB-poort van uw computer en heeft dus een beperkte intensiteit. De kwaliteit van de foto's wordt optimaal als u extra boven belichting inschakelt, bijvoorbeeld een kleine 12 V halogeen bureaulamp of een batterijgevoede zwanenhals lamp, zie figuur 8/9.2-8. Wij raden u ten stelligste aan van deze optie gebruik te maken!



**Figuur 8/9.2-8:** Extra belichting zorgt voor zeer scherpe en kleurrijke foto's.

**Standaard knoppen in de software**
In de vensters van de QX3+ software wordt gebruik gemaakt van de standaard

knoppen die in figuur 8/9.2-9 zijn voorgesteld.




**Figuur 8/9.2-9:** De standaard knoppen die u in alle vensters van de software tegenkomt.

- Audio Help
  Klik met de linker muisknop op deze knop en verplaats de muis (is een vraagteken geworden) naar een andere knop of functie. U krijgt nu ***Engels gesproken uitleg*** over de werking van de knop of functie.
- Main
  Brengt u steeds terug naar het "main"-venster (lees verder), van waaruit u de opgenomen beelden en video's kunt bewerken.
- Trash Can
  Verwijdert de opgenomen foto of video uit het geheugen en van de harde schijf.
- Quit button
  Verlaat het programma.
- Live View
  Brengt u terug naar het "live view"-venster (lees verder), waar u nieuwe foto's en video's kunt maken.
- OK
  Bevestigt een actie of handeling.
- Cancel
  Breekt een actie of handeling af.

# Het "life view"-venster

**Uw eerste microscoopfoto**
Na het welkomvenster van figuur 8/9.2-6 komt u na een paar seconden automatisch in het "life view"-venster van figuur 8/9.2-10 terecht. In dit venster komt uw microscoop tot leven en kunt u foto's en video's maken. De boven belichting gaat automatisch branden. Leg als eerste experiment een niet al te klein voorwerp in het midden van de preparaattafel, bijvoorbeeld een naald met garen en zet de vergrotingsring op de stand "10x". Draai de preparaattafel met de focusknop helemaal naar beneden. U zult nu waarschijnlijk een wazig beeld van de naald in het beeldvenster zien. Verdraai nu voorzichtig de preparaattafel met de focusknop naar boven tot het beeld zo scherp mogelijk. is. Zet de vergrotingsring op de stand "60x" en draai weer aan de focusknop tot u een scherp beeld krijgt. Na wat geëxperimenteer moet u een plaatje krijgen dat te vergelijken is met dat van figuur 8/9.2-10.

**Geduld en nauwkeurigheid noodzakelijk**
Denk er echter wél aan dat het scherp stellen van een microscoop een klusje is dat het nodige geduld en heel veel nauwkeurigheid vereist. Ook het precies in beeld brengen van dát deel van het voorwerp dat u wilt vergroten vereist heel wat geduld. Bij een vergroting van zestig maal zal een verschuiving van de naald met slechts één millimeter tot gevolg hebben dat de naald volledig uit beeld verdwijnt.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**




**Figuur 8/9.2-10:** Als eerste experiment leggen wij een naald met garen onder onze QX3+.

Bedenk ook dat reflecterende voorwerpen, zoals onze naald, plaatselijk zwaar overbelicht kunnen worden. Om reflectie van de boven belichting naar de fotosensor te vermijden moet u reflecterende voorwerpen schuin op de preparaattafel leggen, bijvoorbeeld door (in ons voorbeeld) een lucifer onder de naald te leggen. Ook hier geldt dat mooie foto's heel wat geduld en nauwkeurig werken vereisen.

**Vertraagde reactie**
Geduldig werken is ook noodzakelijk vanwege het feit dat het beeld in het venster met een traagheid reageert op iedere wijziging die u in uw opstelling aanbrengt. Wij raden u aan zowel bij het bedienen van de focusknop als bij het verplaatsen van het voorwerp met zeer kleine stapjes te werk te gaan. In het begin is het werken met de QX3+ wat frustrerend, maar oefening baart kunst, en na enige uren heeft u de handigheid te pakken en wordt u beloond met fraaie beelden.

**Instellen van de belichting**
Een volgend handeling die u met vallen en opstaan moet leren is het instellen van de belichting. Een goede belichting is essentieel voor het maken van mooie foto's. Het "life view"-venster heeft drie bedieningsknoppen waarmee u de belichting kunt instellen, zie figuur 8/9.2-11. Klikken met de linker muisknop op de knoppen "top" en "bottom" schakelt om tussen boven en onder belichting. Met de schuifpotentiometer "brightness" kunt u de intensiteit van het beeld instellen tussen donker en licht. De intensiteit van de belichting varieert

hierbij niet, het systeem past de gevoeligheid van de lichtsensor aan. U verschuift de potentiometer door de cursor op de knop te plaatsen en met ingedrukte linker muisknop de knop naar boven of naar onder te verplaatsen.

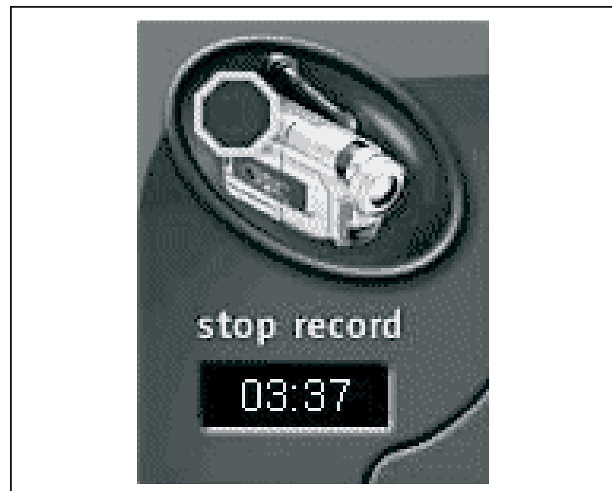



**Figuur 8/9.2-11:** De belichtingsinstellingen van de QX3+.

**Opmerking**
De QX3+ reageert ook op de instelling van de belichting met een bepaalde traagheid. Ook hier geldt: ga met kleine stapjes te werk!

**Een foto maken**
Heeft u een fraaie foto in het grote venster? Klik dan op de knop “snapshot”. Het beeld dat de QX3+ opneemt wordt dan bewaard in een intern formaat met als afmetingen 512 bij 384 pixels. De foto wordt opgenomen in uw fotoboek “collection” (lees later) in het “main”-venster en verschijnt bovendien in het kleine venstertje onder het grote beeldvenster.

**Een video maken**
In de stand “10x” kunt u levende insecten en kevers in een van de containertjes leggen en hun bewegingen vergroot bewonderen. Met de software van de QX3+ kunt u deze bewegingen vastleggen in een video. De video wordt bewaard in het AVI-formaat en wordt opgenomen met twaalf beeldjes per seconde. De maximale omvang van een bestand bedraagt 5 MB. Een video-opname start u met het klikken op de knop “record movie”. Onder deze knop verschijnt, zie figuur 8/9.2-12, een tellertje die de lengte van de video optelt in seconden. U stopt uw opname door een klik op de knop “stop record”.

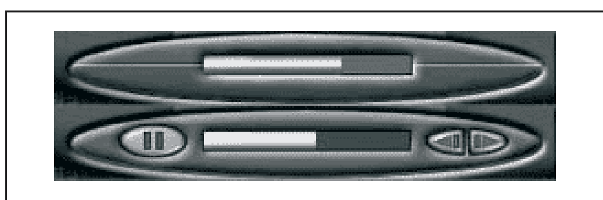



**Figuur 8/9.2-12:** Het starten en stoppen van een video-opname.

Na het stoppen van de opname wordt de AVI opgeslagen in uw “collection” (lees later) en wordt het eerste beeldje van de video zichtbaar in het kleine venstertje.

**Afspelen van uw video met de “movie status bar”**
Tijdens het maken van een video-opname ziet u in de “movie status bar” van figuur 8/9.2-13 hoeveel procent uw

film van de 5 MB in beslag neemt. Na het stoppen verschijnen in de “movie status bar” drie knoppen. Met de linker “start” kunt u uw video afspelen in het kleine venstertje boven de statusbar. Na het starten van de video verandert deze knop in een “pause”-knop, waarmee u de film kunt stoppen. Met de twee rechter knoppen “step back” en “step forward” kunt u uw film beeld na beeld bekijken.

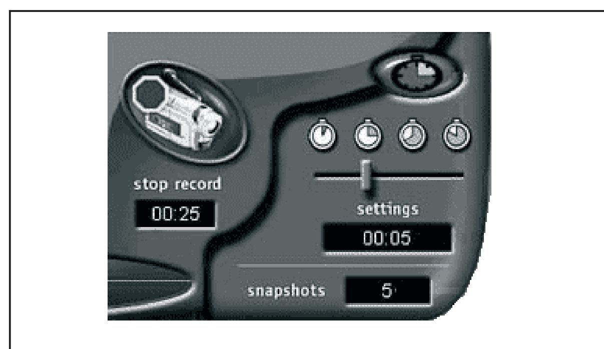


**Figuur 8/9.2-13:** Het afspelen van uw video met de “movie status bar”.

**Een time lapse opname maken**
Een time lapse opname kunt u opvatten als een versnelde video-opname. De QX3+ maakt foto’s met een instelbaar tijdsinterval en verzamelt deze in een AVI-video. Na de time lapse opname kunt u deze video op normale snelheid bekijken, waardoor een proces dat bijvoorbeeld één uur heeft geduurd in minder dan tien seconden wordt afgespeeld. Deze methode is ideaal voor interessante en leerzame toepassingen zoals:

– het ontkiemen en groeien van zaden onder de microscoop;
– het uit het ei komen van insecten;
– het verdampen van verzadigde oplossingen (bijvoorbeeld zout in water), waarbij u het ontstaan en de groei van kristallen kunt bewonderen;
– het ontstaan en de groei van allerlei soorten schimmels.

**Werken met de time lapse functie**
U activeert de time lapse functie van uw QX3+ software door het klikken op de knop “time lapse”. Het bedieningspaneel van uw microscoop verandert in figuur 8/9.2-14. Met de potentiometer “settings” kunt u de tijd tussen twee opnames instellen tussen een seconde en een uur. U ziet de ingestelde tijd in het venstertje onder de schuifpotentiometer.
U start de time lapse opname door op de knop “record movie” te klikken. In het venstertje “snapshots” ziet u hoeveel time lapse foto’s aan de video zijn toegevoegd.




**Figuur 8/9.2-14:** De bedieningselementen van de time lapse functie.

U stopt de time lapse opname door het klikken op de knop “stop record”. U speelt de time lapse film af op dezelfde manier als besproken onder de paragraaf Afspelen van uw video met de “movie status bar”.

**De trash can**
Onder het kleine beeldvenster ziet u het symbool van de “trash can”. Als u op deze knop klikt wordt de actuele foto, video of time lapse opname uit het geheugen verwijderd.

**Naar het “main”-venster**
Door te klikken op de knop “main” in de linker onderhoek van het “life view”-venster gaat u naar het “mean”-venster.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**




**Figuur 8/9.2-15:** Het “main”-venster.

# Het “main”-venster

**Inleiding**

Het “main”-venster, voorgesteld in figuur 8/9.2-15, is het centrale venster van de QX3+ software. In dit venster krijgt u een overzicht van alle opnames die u heeft gemaakt. U kunt een van die producties selecteren, wissen, exporteren naar een standaard grafisch formaat, een ander plaatje laden en verder gaan naar een van de vier bewerkingsvensters:

- Paint;
- Special Effects;
- Show;
- Print.

**Collection**

De knop “collection” geeft toegang tot het venster van figuur 8/9.2-16. In dit venster krijgt u een overzicht van alle foto’s, video’s en time lapse opnames die u via het “life view”-venster heeft verzameld.




**Figuur 8/9.2-16:** Via de knop “collection” krijgt u toegang tot al uw foto’s en video’s.

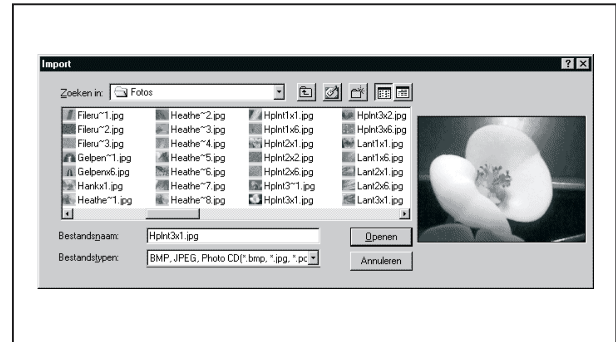
**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

Bovendien ziet u daar meer dan honderd voorbeeld foto's en video's die Digital Blue voor u heeft verzameld.
Met de twee pijltjes-knoppen kunt u door uw archief bladeren. Sommige foto's zijn links en rechts voorzien van film-"sprockets": twee smalle stroken met transportgaatjes. Uiteraard is dat een indicatie dat het om een AVI video of AVI time lapse opname gaat. U selecteert een van uw producties door er met de linker muisknop op te klikken en nadien op de knop "OK" te klikken. De geselecteerde productie verschijnt in het "main"-venster van figuur 8/9.2-15.
Met de knop "cancel" verlaat u het "collection"-venster en gaat u terug naar het "main"-venster.

**Exporteren van uw productie**
Via de knop "export" in het "main"-venster kunt u de geselecteerde productie exporteren naar een van de bekende grafische formaten JPG, BMP of AVI. Op deze manier kunt u uw foto's, filmpjes of time lapse opnames gebruiken voor publicatie op Internet of verwerking in verslagen en rapporten.

**Importeren van foto's en video's**
Via de knop "import " in het "main"-venster kunt u illustraties die op uw harde schijf staan aan uw "collection" toevoegen. In het venster van figuur 8/9.2-17 kunt u door uw foto's scrollen en een ervan uitkiezen. U ziet de foto op postzegelformaat, zodat u precies kunt zien wat voor foto u importeert. Het programma ondersteunt de import van de grafische formaten BMP, JPG en PCD.

**De trash can**
Met de knop "trash can" kunt u de foto of film die in het "mean"-venster is geladen naar de prullenbak verbannen. De foto verdwijnt uit uw "collection".




**Figuur 8/9.2-17:** Het importvenster waarmee u BMP, JPG en PCD foto's in het programma kunt importeren.

# Het "paint"-venster

**Inleiding**
Klikken op de knop "paint" in het "main"-venster opent de actuele foto in het "paint"-venster, voorgesteld in figuur 8/9.2-18. In dit venster kunt u indrukwekkende grafische gereedschappen gebruiken om uw foto's te bewerken. ***Het is echter niet mogelijk video's en time lapse opnames te laden.***

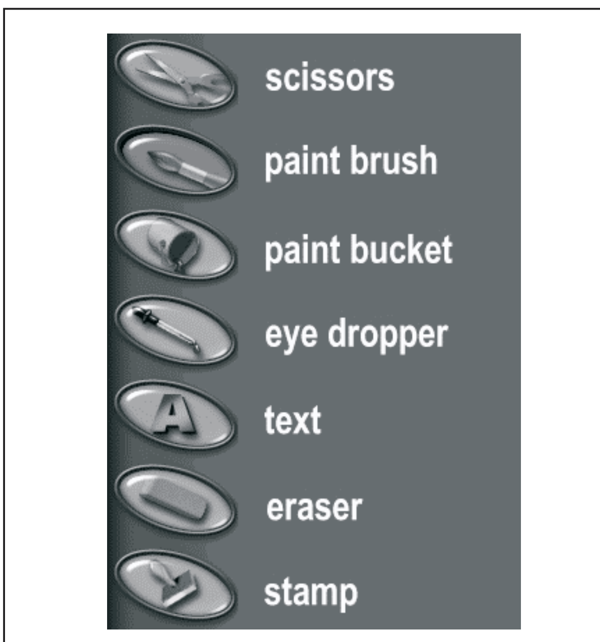
**De gereedschapsbalk**
Links in het venster ziet u zeven knoppen die u toegang geven tot de voornaamste tekengereedschappen van de software. Hoewel de pictogrammen in de knoppen vrij duidelijk zijn, hebben wij de functie van de knoppen samengevat in figuur 8/9.2-19.

**De palettes**
Rechts in het venster ziet u de zogenaamde "palettes". De inhoud van deze "palettes" is afhankelijk van het gereedschap dat u links selecteert.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**




**Figuur 8/9.2-18:** Het "paint"-venster van de QX3+ software.




**Figuur 8/9.2-19:** De functie van de zeven gereedschapsknoppen.

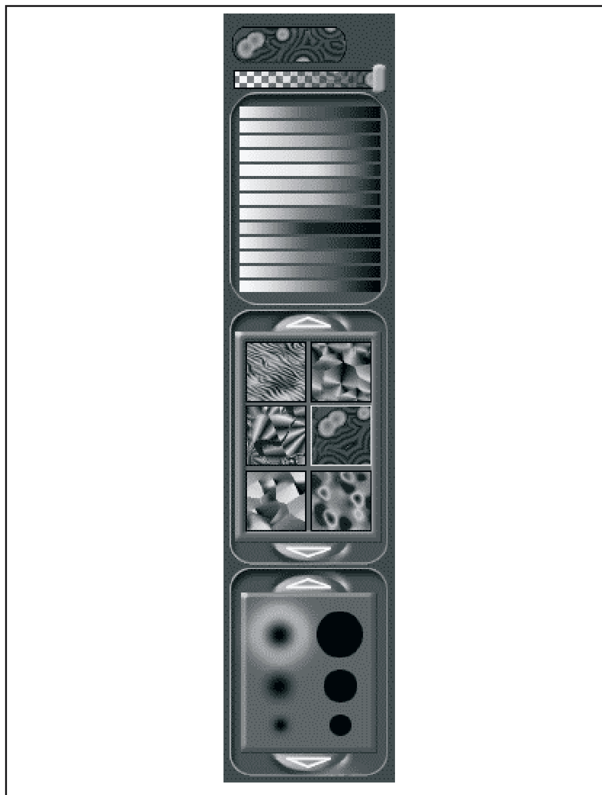
Met de "palettes" kunt u de actie die u met een gereedschap uitvoert specificeren. Als u bijvoorbeeld links "paint brush" (penseel) kiest, dan kunt u rechts de kleur, de transparantheid, het patroon en de vorm van het penseel instellen.

**Scissors**

Met deze "schaar" kunt u een deel van uw illustratie selecteren waarop u bewerkingen uitvoert of dat u kopieert naar het klembord van Windows. Rechts kunt u (van boven naar beneden) kiezen tussen "rectangle", "lasso" of "no". In het eerste geval kunt u met de muis een rechthoek selecteren, in het tweede geval een willekeurig gevormd vlak. U kunt het deel selecteren door met ingedrukte linker muisknop het gebied te tekenen.

Met "no" maakt u de selectie weer ongedaan. Rond de selectie ontstaat een stippelijn. Vanaf dat moment kunt u alleen nog tekenen in deze selectie. Wilt u nadien buiten de selectie tekenen dan activeert u weer "scissors" en klikt op "no" om de selectie uit te schakelen.

**Paint brush**
Met dit "penseel" kunt u kleuren of patronen aanbrengen. Dit gereedschap heeft een groot aantal palettes, voorgesteld in figuur 8/9.2-20.



**Figuur 8/9.2-20:** De palettes van het gereedschap "paint brush".

Bovenaan ziet u een klein venstertje, de "preview", waarin de actuele instelling van het penseel wordt weergegeven. Daaronder staat een schuifpotentiometer "transparancy control" waarmee u de mate van doorzichtigheid van de verf kunt instellen. Onder de schuifpotentiometer ziet u de dertien selectiebalkjes van het "color palette". Hier kunt u de gewenste penseelkleur selecteren. In de volgende selectie "texture and patern palette" kunt u een vulpatroon selecteren. Het penseel tekent dan geen kleuren, maar stroken gevuld met dit patroon. Met de knopjes met de pijltjes kunt u scrollen door de beschikbare vulpatronen. In de onderste selectie "brush and tip palette" kunt u de vorm van het penseel instellen. Ook hier kunt u met de pijltjesknoppen door de beschikbare vormen scrollen.

**Paint bucket**
Met deze "emmer" kunt u vlakken in uw foto kleuren met een geselecteerde kleur of vulpatroon. Na het selecteren van de vulkleur of het vulpatroon zet u de cursor op het punt dat u wilt inkleuren. De software berekent de kleurwaarde van dat punt (een bepaald getal) en vult alle aangrenzende beeldpunten waarvan de kleurwaarde maximaal 25 eenheden van de berekende kleurwaarde afwijkt met de geselecteerde kleur of het geselecteerde vulpatroon.

**Eye dropper**
Met deze "oogdruppelaar" kunt u een kleur in uw foto activeren. De "preview" neemt deze kleur over en door omschakelen naar de "paint brush" of de "paint bucket" kunt u met deze kleur schilderen.

**Text**
Met dit gereedschap schrijft u uiteraard teksten in uw foto. Na het aanklikken van deze knop verschijnen rechts in beeld de bij dit gereedschap horende palettes. U kunt een vulkleur of vulpatroon

voor de letters selecteren en de lettergrootte en vorm instellen. Na een klik in het tekenvenster verschijnt het venstertje van figuur 8/9.2-21 in beeld, waar u uw tekst kunt invullen. Na klik op de knop “OK” wordt de tekst in het tekenvenster geschreven. De cursor verandert in een handje, u kunt de tekst eventueel met ingedrukte linker muisknop nog verplaatsen.




**Figuur 8/9.2-21:** Het venstertje waarin u tekst kunt invullen.

**Eraser**

Met deze “gum” krijgt u toegang tot vier krachtige gereedschappen. Van boven naar beneden:

- Erase area to original
  Met deze optie moet u eerst met de “scissors” een deel van uw foto selecteren. Nadien kunt u, met ingedrukte linker muisknop, alle effecten die u in dit gebied heeft aangebracht weer verwijderen.
- Erase to original
  Klik ergens in de foto en alle effecten die u in de originele foto heeft aangebracht verdwijnen.
- Erase area to white
  Maakt een met de “scissors” geselecteerd deel van uw foto volledig wit.
- Erase to white
  Maakt de volledige foto wit.

**Stamp**

Met deze “stempel” stempelt u patronen op uw foto. Het “stamp”-palette bevat 28 patronen, die op de reeds beschreven manier kunt selecteren. Om u een indruk te geven hebben wij in figuur 8/9.2-22 tientallen stempelpatronen verzameld.



**Figuur 8/9.2-22:** Voorbeelden van de beschikbare stempelpatronen.

**De onderste knoppen van het “paint”-venster**

Onder in het “paint”-venster staat nog een aantal knoppen.

- Zoom
  Vergroot een deel van de foto ongeveer twee maal. Zet het vergrootglas op de plaats die u wilt vergroten en klik met de linker muisknop. Een tweede druk op “zoom” herstelt de originele grootte.
- Undo
  Maakt de laatste actie die u heeft uitgevoerd ongedaan.
- Flip
  Roteert de gehele foto of een door u met “scissors” gemaakt selectie over 180°.
- Copy
  Kopieert een met “scissors” gemaakte selectie naar het klembord van Windows. U ziet de selectie verschijnen in het kleine witte venstertje.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

– Paste
  Voegt een met “copy” gekopieerd deel van de foto weer terug in de foto. U kunt de “paste” met ingedrukte linker muisknop verplaatsen.
– Rotate
  Met deze draaiknop kunt u de volledige foto of een met “scissors” gemaakte selectie over 360° draaien.
– Scale
  Met deze schuifpotentiometer kunt u de volledige foto of een met “scissors” gemaakte selectie vergroten of verkleinen.

**Belangrijke opmerking**
Alle wijzigingen die u in een foto aanbrengt worden automatisch in een nieuwe foto in uw “collection” opgeslagen op het moment dat u terugkeert naar het “main”-menu.

# Het “special effects”-venster

**Inleiding**
Met het in figuur 8/9.2-23 voorgestelde “special effects”-venster kunt u acht speciale effecten op uw foto’s en video’s toepassen. U activeert een van deze effecten door een van de acht knoppen links en rechts aan te klikken. De speciale effecten hebben de volgende namen:
– Color morph;
– X-ray;
– Morph;
– Zap;
– Fly’s eyes;
– Atomic glow;
– Kaleidoscope;
– Surprise Effect.




**Figuur 8/9.2-23:** Het “special effects”-venster.

**Opmerking**
De “special effects” voeren bepaalde wiskundige algoritmen uit op uw foto’s of video’s en zijn te vergelijken met de filters die in de meeste grafische programma’s ter beschikking staan. Het gaat te ver om deze acht effecten in detail te bespreken. Wij raden u vooral aan te experimenteren met deze mogelijkheden!

**Undo all**
Door op deze knop te klikken worden alle speciale effecten die u heeft toegepast weer gewist en verschijnt de originele foto of video weer in beeld.

**Belangrijke opmerking**
Alle speciale effecten die u op een foto of video toepast worden automatisch als nieuwe foto of video in uw “collection” opgeslagen op het moment dat u terugkeert naar het “main”-menu.

# Het “show”-venster

**Inleiding**
Met het in figuur 8/9.2-24 voorgestelde “show”-venster kunt u uw foto’s, video’s

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

en time lapse opnames verenigen tot een show die u met een leuk achtergrondmuziekje kunt afspelen. U kunt vier show's voorbereiden die ieder vijftig foto's kunnen bevatten. De hoeveelheid video's en time lapse opnames die u in een show kunt verwerken is afhankelijk van de omvang van de AVI's.




**Figuur 8/9.2-24:** Het "show"-venster.

### Create show

Na het aanklikken van deze knop komt u terecht in het "create show"-venster van figuur 8/9.2-25. U krijgt in dit venster weer toegang tot uw "collection" en kunt op de reeds beschreven manier door al uw foto's, video's en time lapse opnames bladeren. Rechts in beeld ziet u vier tab's "1", "2","3" en"4", die toegang geven tot de vier "slide shows".
U klikt op een van de vier tab's en kunt nadien door foto's en video's aan te klikken in uw "collection" deze met de knop "add" aan uw show toevoegen. Met de knop "remove" verwijdert u foto's en video's uit uw show. Met de knop "clear all" maakt u de geactiveerde "slide show" helemaal leeg. Na klikken op de knop "OK" komt u weer terecht in het "show"-venster.




**Figuur 8/9.2-25:** In het "create show"-venster kunt u vier show's samenstellen.

### De show afspelen

Door het klikken op de knop "play show" kunt u de show afspelen in het venster van figuur 8/9.2-24. De foto's blijven ongeveer twee seconden in beeld, u kunt niets instellen aan de snelheid waarmee de show wordt afgespeeld.

### Muziek toevoegen

Rechts in beeld ziet u zes knoppen, waarmee u uw show van achtergrondmuziek kunt voorzien. De bovenste knop schakelt de muzikale begeleiding uit. De vijf overige knoppen voorzien uw show van:

- Classical music
  Een symphonie orkest speelt klassieke muziek.
- Country-style music
  Een bewerking van de populaire "Dueling Banjo's".
- Alian invasion
  Een bewerking van een New Wave compositie.
- Techno pop
  Een hard rock versie van een populair dance-nummer.

– Wacky sound effects
  Een mix van populaire rap-effecten.

# Het “print”-venster

**Opmerkingen**
Het in figuur 8/9.2-26 voorgestelde “print”-venster werkt buiten de standaard printopties van Windows. U moet dus, voordat u de QX3+ software opstart, eerst op de bekende manier in Windows een printer selecteren. Bovendien gaat de QX3+ software uit van “letter”-papier, de Amerikaanse standaard met als afmetingen 8,5 inch bij 11,0 inch (21,6 cm bij 27,9 cm). Uw printer staat ongetwijfeld ingesteld op A4-papier. Bij sommige printers kan dit problemen geven. Bepaalde printerdrivers passen de afmetingen van het beeld automatisch aan het A4-formaat aan, andere printerdrivers weigeren af te drukken als er geen “letter”-papier in uw printer zit.
Weigert uw printer af te drukken op A4-papier, dan kunt u natuurlijk printen door de foto te exporteren en de geëxporteerde foto in “Word” of een ander Windows-programma in te lezen.

**Print picture**
Met deze knop drukt u uw foto paginavullend af. De meeste A4-printers reageren positief op deze opdracht.

**Print stickers**
Met deze knop drukt u negen miniatuur foto’s af op één vel. Hierbij kunnen problemen ontstaan vanwege het niet-compatibele papierformaat.

**Print poster**
Met deze knop drukt u uw foto vergroot af op vier vellen papier, die u nadien aan elkaar kunt plakken. Ook hier kunnen problemen ontstaan vanwege het niet-compatibele papierformaat.




**Figuur 8/9.2-26:** Het “print”-venster.

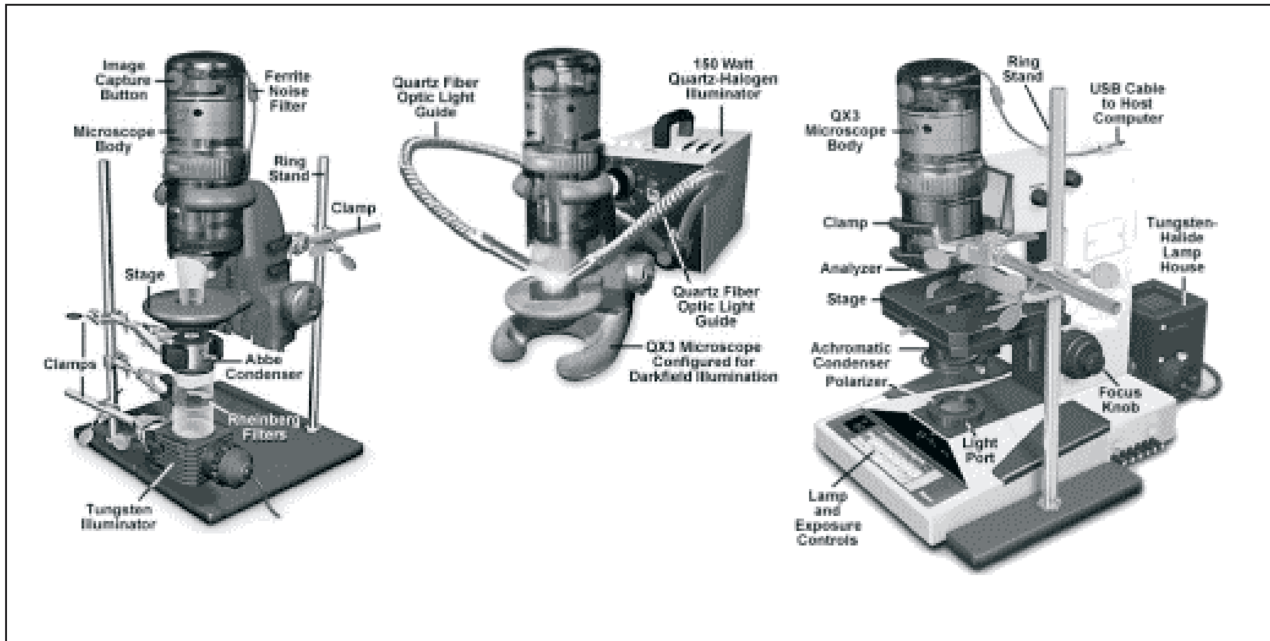
# Het programma afsluiten

**Quit**
U verlaat het programma door eerst met de knop “main” terug te gaan naar het “main”-menu en daar te klikken op de knop “quit”.
Omdat de QX3+ software niet in een venster werkt op uw bureaublad, maar beeldvullend en zélf uw standaard beeldresolutie terugschakelt naar 600 bij 800 pixels, zult u de icoontjes op uw bureaublad opnieuw moeten schikken.

# Experimenteren met uw QX3+

**Inleiding**
Op het Internet vindt u QX3+-sites van voornamelijk Amerikaanse scholen en universiteiten.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**




**Figuur 8/9.2-27:** De QX3+ in diverse wetenschappelijke opstellingen op de site van “Molecular Expressions”.

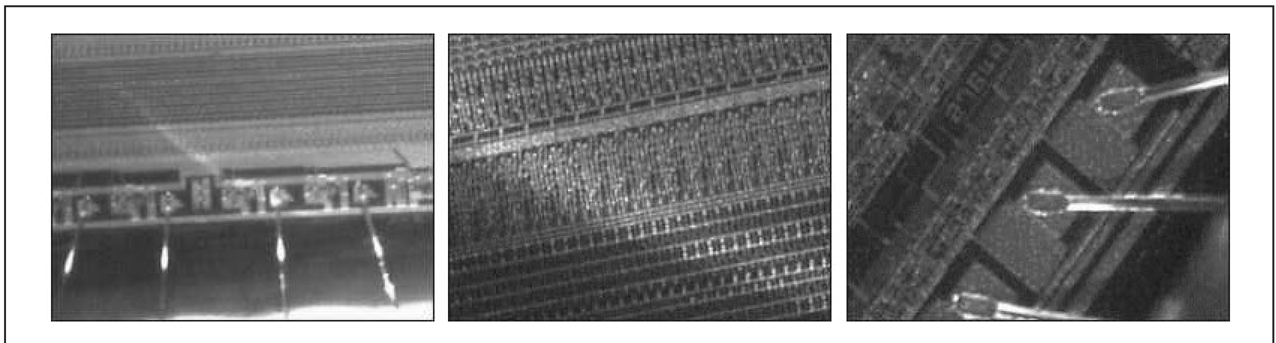
– http://micro.magnet.fsu.edu/optics/intelplay/intelanatomy.html
  Op deze site van “Molecular Expressions” staat een uitgebreide bespreking met tientallen foto’s van de constructie en de werking van de QX3+.
– http://micro.magnet.fsu.edu/optics/intelplay/qx3techniques.html
  Een andere onderdeel van de “Molecular Expressions” site geeft zeer uitgebreide handleidingen voor het wetenschappelijk experimenteren met de QX3+, onder andere met Brightfield, Darkfield en Rheinberg opstellingen, zie figuur 8/9.2-27. Geeft een uitgebreide handleiding voor het experimenteren met belichting via gepolariseerd licht en chromatische filters.
– http://www.educationtechnologies.com
  Handleidingen voor biologische experimenten met de QX3+, onder andere het bestuderen van de groei van muggenlarven.
– http://www.thuisexperimenteren.nl
  Beschrijft diverse experimenten met de QX3+, onder andere het bestuderen van de elektrolyse van water en kristalexperimenten.
– http://www.cober.com.ar
  Deze site van een universiteit uit Argentinië heeft een uitgebreide site met tientallen wetenschappelijke experimenten en foto’s die met de QX3+ zijn gemaakt.
– http://www.3dphoto.net
  Beschrijft een opstelling waarmee u stereoscopische foto’s met de QX3+ kunt maken.
– http://www.gigaflop.demon.co.uk/qx3
  Publiceert honderden foto’s die met de QX3+ zijn gemaakt en is een uitstekende bron voor het experimenteren met het apparaat.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**

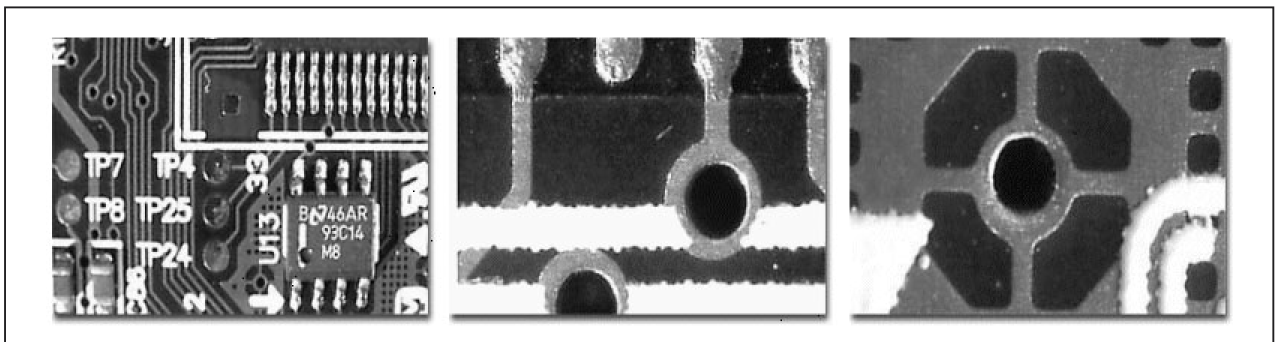
# De QX3+ en de elektronicus

De QX3+ wordt door Digital Blue geplaatst in het segment “educatief speelgoed”. Toch bewijzen de foto’s van figuur 8/9.2-27 dat de ware technische experimentator dit apparaat voor heel wat serieuzere toepassingen kan gebruiken.

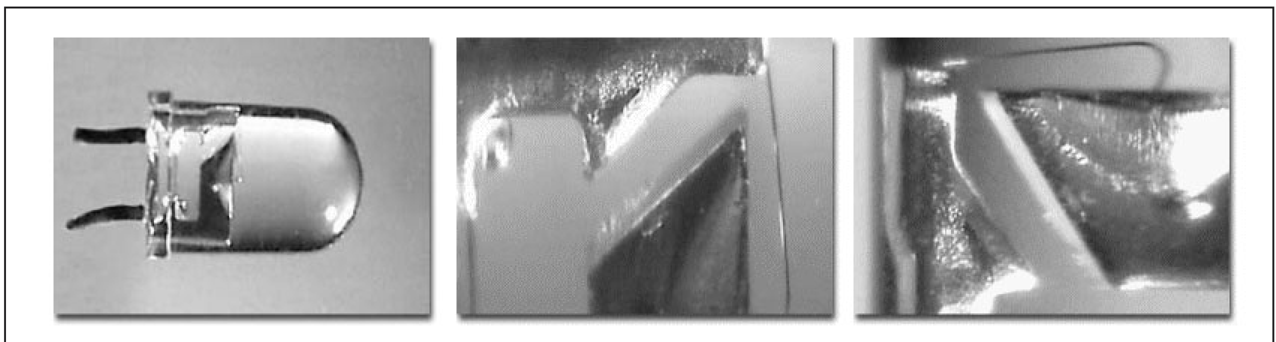
Ook de elektronicus kan de microscoop nuttig gebruiken. Als voorbeeld worden in de figuren 8/9.2-28 tot en met -32 foto’s van elektronische onderdelen voorgesteld die met de QX3+ zijn gemaakt. Van links naar rechts: vergroting 10x, 60x en 200x.



**Figuur 8/9.2-28:** Foto’s van een EEPROM, gemaakt via het transparante wisvenstertje.

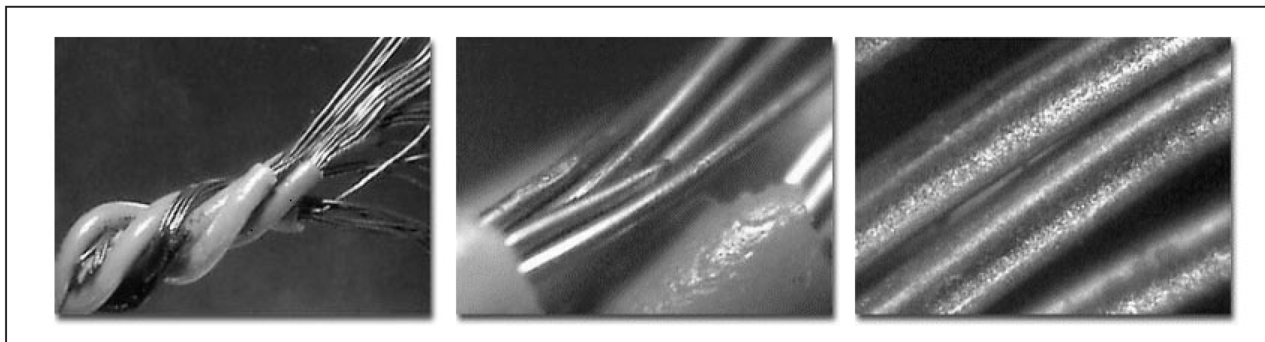



**Figuur 8/9.2-29:** Foto’s van een moderne SMD-bestukte print.

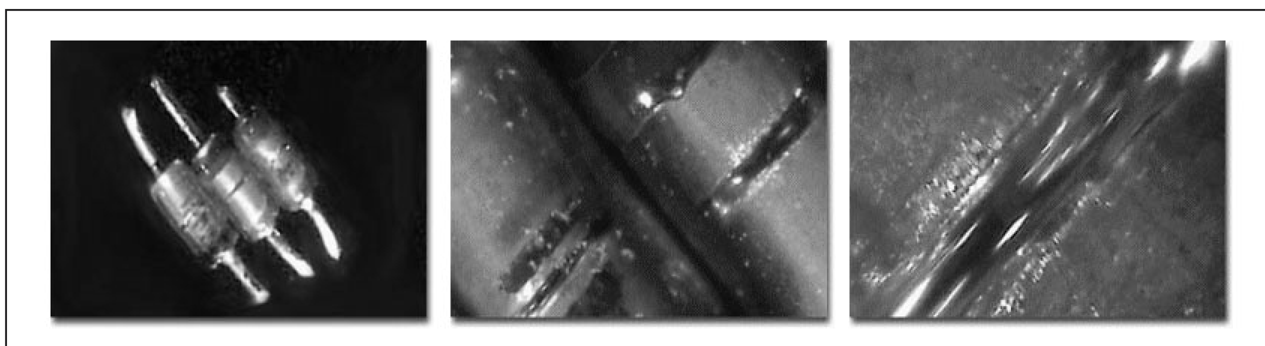


**Figuur 8/9.2-30:** Foto’s van een transparante LED.

**9.2 De QX3+ computer microscoop van Digital Blue**



**Figuur 8/9.2-31:** Foto's van bedrading.



**Figuur 8/9.2-32:** Foto's van 1N4148 dioden.

# Nadere informatie

De QX3+ computer microscoop kost € 83,75 exclusief 19% BTW en wordt in Nederland en Vlaanderen verkocht door:

Vego VOF
Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
Tel: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.vego.nl/digitalblue